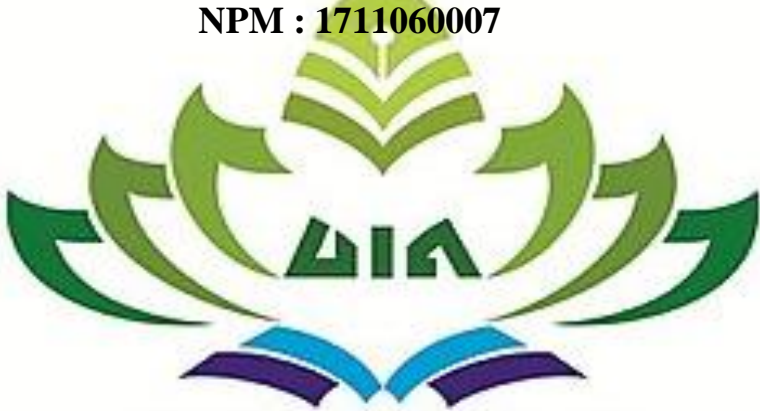


**PEMANFAATAN LIMBAH CAIR REBUSAN
KEDELAI TEMPE SEBAGAI NUTRISI PADA
PERTUMBUHAN VEGETATIF TANAMAN
PAKCOY (*Brassica rapa* L.) DENGAN SISTEM
HIDROPONIK SUMBU VERTIKAL**

Skripsi

**ANNISA FAJRIN SURYA
NPM : 1711060007**



**Program Studi Pendidikan Biologi
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN
LAMPUNG
1442 H / 2021 M**

**PEMANFAATAN LIMBAH CAIR REBUSAN
KEDELAI TEMPE SEBAGAI NUTRISI PADA
PERTUMBUHAN VEGETATIF TANAMAN
PAKCOY (*Brassica rapa* L.) DENGAN SISTEM
HIDROPONIK SUMBU VERTIKAL**

Skripsi

Diajukan untuk Melengkapi Tugas-tugas dan
Memenuhi Syarat-syarat Guna Memperoleh Gelar
Sarjana Pendidikan (S.Pd) dalam Ilmu Pendidikan
Biologi

Oleh :

ANNISA FAJRIN SURYA

NPM : 1711060007

Jurusan : Pendidikan Biologi

Pembimbing I: Dwijowati Asih Saputri, M.Si

Pembimbing II: Aulia Ulmillah, M.Sc

**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN
LAMPUNG
1442 H / 2021**

ABSTRAK

PEMANFAATAN LIMBAH CAIR REBUSAN KEDELAI TEMPE SEBAGAI NUTRISI PADA PERTUMBUHAN VEGETATIF TANAMAN PAKCOY (*Brassica rapa* L.) DENGAN SISTEM HIDROPONIK SUMBU VERTIKAL

Oleh :

Annisa Fajrin Surya

Proses pembuatan tempe menghasilkan produk sampingan berupa limbah cair rebusan kedelai tempe. Apabila tidak dikelola dengan baik akan mengakibatkan pencemaran lingkungan. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pertumbuhan tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.) dengan memanfaatkan limbah cair rebusan kedelai tempe pada sistem hidroponik sumbu vertikal, mengetahui konsentrasi terbaik pada pertumbuhan tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.) dan kandungan limbah cair rebusan kedelai tempe. Metode penelitian ini yaitu Rancangan Acak Lengkap (RAL) terdiri dari 4 perlakuan K0 (kontrol), K1 (10%), K2 (15%) dan K3 (20%) dengan 3 kali ulangan. Penelitian dilakukan selama 42 hari. Penggantian nutrisi dan pengukuran parameter pertumbuhan dilakukan setiap 6 hari. Pengontrolan nutrisi dan pH dilakukan setiap 2 hari. Parameter yang diukur adalah tinggi tanaman, lebar daun, jumlah daun, panjang akar, panjang daun, berat basah tanaman, berat kering tanaman, berat basah akar dan berat kering tanaman. Analisis data menggunakan *One Way Anova* SPSS 20, lalu diuji lanjut *Duncan* pada taraf 5%. Hasil penelitian pemanfaatan limbah cair rebusan kedelai tempe belum berpengaruh secara maksimal pada pertumbuhan vegetatif tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.). Konsentrasi limbah cair rebusan kedelai tempe yang baik untuk pertumbuhan tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.) yaitu perlakuan K1 (10%) dengan konsentrasi 10 ml limbah dan 990 ml air biasa. Kandungan fermentasi limbah cair rebusan kedelai tempe belum memenuhi standar nutrisi pada sistem hidroponik sumbu vertikal.

Kata kunci : Hidroponik Sumbu Vertikal, Limbah Cair Rebusan Kedelai Tempe, Pakcoy (*Brassica rapa* L.)

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Annisa Fajrin Surya
NPM : 1711060007
Jurusan/Prodi : Pendidikan Biologi
Fakultas : Tarbiyah dan Keguruan

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul **“Pemanfaatan Limbah Cair Rebusan Kedelai Tempe Sebagai Nutrisi Pada Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.) Dengan Sistem Hidroponik Sumbu Vertikal”** adalah benar-benar merupakan hasil karya penyusunan sendiri, bukan duplikasi ataupun saduran dari karya orang lain kecuali pada bagian yang telah dirujuk dan disebut dalam *footnote* atau daftar pustaka. Apabila di lain waktu terbukti adanya penyimpangan dalam karya ini, maka tanggung jawab sepenuhnya ada pada penyusun.

Demikian surat pernyataan ini saya buat agar dapat dimaklumi.



Bandar Lampung, 26 Maret 2021

Penulis,



Annisa Fajrin Surya
NPM. 1711060007

PERSETUJUAN

**Judul Skripsi : PEMANFAATAN LIMBAH CAIR REBUSAN
KEDELAI TEMPE SEBAGAI NUTRISI PADA
PERTUMBUHAN VEGETATIF TANAMAN
PAKCOY (*Brassica rapa* L.) DENGAN SISTEM
HIDROPONIK SUMBU VERTIKAL**

Nama : Annisa Fajrin Surya

NPM : 1711060007

Jurusan : Pendidikan Biologi


Fakultas : Tarbiyah dan Keguruan


MENYETUJUI

Untuk dimunaqosyahkan dan dipertahankan dalam Sidang
Munaqosyah Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan
Lampung

Pembimbing I

Pembimbing II


Dwijowati Asih Saputri, M.Si
NIP. 19721102 199903 2 002


Aulia Ulmillah, M.Sc
NIP.

Mengetahui
Ketua Program Studi Pendidikan Biologi


Dr. Eko Kuswanto, M.Si
NIP. 19750514 200801 1 009



**KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN
INTAN LAMPUNG
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN**

*Jl. Let. Kol H. Endro Suratmin Sukarame Bandar Lampung
Telp. (0721) 703260*

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul **"Pemanfaatan Limbah Cair Rebusan Kedelai Tempe Sebagai Nutrisi Pada Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.) Dengan Sistem Hidroponik Sumbu Vertikal"** Disusun oleh : **Annisa Fajrin Surya, NPM : 1711060007**.
Prodi : **Pendidikan Biologi**, telah diujikan dalam sidang Munaqasyah Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung pada Hari/Tanggal : **Jumat, 30 April 2021**.

TIM MUNAQASAH

Ketua Sidang : **Dr. Eko Kuswanto, M.Si**

Sekretaris : **Mahmud Rudini, M.Si**

Penguji Utama : **Marlina Kamelia, M.Sc**

Penguji I : **Dwijowati Asih Saputri, M.Si**

Penguji II : **Aulia Ulmillah, M.Sc**

Mengetahui,
Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan

/Prof. Dr. Hj. Nirva Diana, M.Pd
NIP. 196408281988032002

MOTTO

حَسْبُنَا اللَّهُ وَنِعْمَ الْوَكِيلُ

“Cukuplah Allah menjadi Penolong kami dan Allah adalah sebaik-baik Pelindung”

(QS. Ali-Imran (3) : 173)

“Tidak ada suatu hal yang tak mungkin jika engkau selalu melibatkan Allah disetiap langkah mu, dan memohon kepada-Nya disetiap sepertiga malam-Nya”



PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

“Dengan menyebut nama Allah yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang”

Alhamdulillah rabbil'alamin, rasa syukur atas segala nikmat yang telah Allah berikan kepada hamba-Nya selama ini hingga mampu menyelesaikan skripsi ini. Skripsi ini kupersembahkan sebagai tanda ucapan terimakasih atas kasih sayang, rasa syukur, rasa bangga, dan rasa hormatku kepada :

1. Kedua orang tuaku tersayang, Mamakku Winarsih dan Bapakku Suryanta yang selalu mendoakan yang terbaik dalam setiap sujudnya, memberikan segala kasih sayang dan support dalam segala hal untuk semua pencapaian putri kecilnya ini, hingga mampu menyelesaikan tahapan pendidikan sampai selesainya skripsi S1. Tiada balasan yang lebih mulia untuk kedua orangtua ku selain doa dan semoga Allah berikan balasan terbaik di dunia dan surga untuk mereka di akhirat kelak. *Aamiin ya Allah*
2. Adikku tersayang Mujadid Choirus Surya yang selalu mendoakan, memberikan semangat untuk segala proses keberhasilanku hingga saat ini. Semoga Allah selalu memudahkan segala proses pendidikanmu.
3. Keluarga besar Trah Sastromiharjo, Mbah Murtopo dan Karsini, serta Keluarga besar Trah Gomo Miharjo, Mbah Cokro Miharjo dan Sutinem yang selalu memberikan doa terbaik kepadaku.

RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama Annisa Fajrin Surya, lahir di Wonosobo, 02 Desember 1998, anak pertama dari pasangan bapak Suryanta dan ibu Winarsih. Pendidikan penulis dimulai dari Taman Kanak-Kanak (TK) Seroja dan lulus pada tahun 2005, lalu melanjutkan pendidikan di Sekolah Dasar (SD) Muhammadiyah Pringsewu dan lulus pada tahun 2011. Kemudian penulis melanjutkan pendidikannya di Sekolah Menengah Pertama (SMP) Negeri 1 Pringsewu dan lulus tahun 2014, lalu melanjutkan pendidikan di Sekolah Menengah Atas (SMA) Negeri 2 Pringsewu dan lulus pada tahun 2017. Pada tahun 2017 penulis melanjutkan pendidikan kuliah di Universitas Islam Negeri (UIN) Raden Intan Lampung pada Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan.

Selama menjadi mahasiswa penulis berpartisipasi dengan turut aktif dan menjadi Asisten Praktikum di Laboratorium Pendidikan Biologi, Organisasi HMJ Pendidikan Biologi, UKM KSE (Kelompok Studi Ekologi) dan organisasi eksternal di Komisariat FTK IMM UIN Raden Intan Lampung.



KATA PENGANTAR

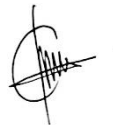
Segala puji bagi Allah SWT yang Maha Pengasih, Maha Penyayang, Maha Tinggi, Maha Bijaksana dan Maha Pemberi Kecukupan serta Melindungi seluruh hamba-Nya. Shalawat dan salam yang selalu tercurah kepada Nabi Muhammad SAW sebagai suri tauladan bagi umat-Nya.

Alhamdulillah rabbil'alamin penulis ucapkan atas selesainya skripsi ini dengan judul “Pemanfaatan Limbah Cair Rebusan Kedelai Tempe Sebagai Nutrisi Pada Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.) Dengan Sistem Hidroponik Sumbu Vertikal”. Pada kesematan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Prof. Dr. Hj. Nirva Diana, M.Pd selaku Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung
2. Dr. Eko Kuswanto, M.Si selaku Ketua Jurusan Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung
3. Ibu Dwijowati Asih Saputri, M.Si selaku Pembimbing Akademik satu yang telah meluangkan banyak waktu, pikiran, nasehat dan motivasi yang luar biasa dalam membimbing penulisan skripsi.
4. Ibu Aulia Ulmillah, M.Sc selaku Pembimbing Akademik dua yang telah meluangkan banyak waktu, pikiran, nasehat dan motivasi yang luar biasa dalam membimbing penulisan skripsi.
5. Seluruh dosen Pendidikan Biologi yang telah memberikan ilmu, nasehat dan motivasi selama mengikuti perkuliahan.
6. Sahabat-sahabatku sejak awal kuliah Muthya Ningsih, Arif Al-Ghifari, Arifin Cholik, Taufik Isnanto, Intan Kusuma Dewi, Meti Ismalia, terimakasih atas ilmu, pengalaman, serta sudah dengan ikhlas membantu dan memberikan semangat selama masa perkuliahan.
7. Sahabat-sahabat terbaikku Nabila, Siwi, Syahidah, Mitha, Afah, Farras, Salma, Ristanti, Trias, Desi, Desma, Gigih, Ariyanto, Mutia yang senantiasa dengan sukarela meluangkan waktu untuk berbagi ilmu, pengalaman dan semangat sejak masa pendidikan sekolah dasar hingga saat ini.

8. Teman-teman tersayang angkatan 2017 terkhusus Pendidikan Biologi kelas G terimakasih atas doa, kebersamaan, kasih sayang dan canda serta semangat yang telah diberikan selama masa perkuliahan hingga saat ini.
9. Teman-teman seperbimbingan skripsi dan seperpenelitian bidang murni Pendidikan Biologi terimakasih atas ilmu dan dukungan semangat selama penulisan skripsi.
10. Teman-teman KKN online Kelompok 266, dan KKN Desa Sidoharjo, Kecamatan Pringsewu, terimakasih untuk support dan kenangan terbaik yang telah diberikan selama masa KKN hingga saat ini.
11. Teman-teman PPL dan Keluarga Besar MTs Negeri 2 Bandar Lampung terimakasih atas pengalaman mengajar, kebersamaan dan semangat yang telah diberikan selama masa PPL hingga saat ini.
12. Team Asisten Praktikum Biologi yang sudah banyak memberikan waktu, ilmu dan pengalaman yang luar biasa, serta semangat selama perkuliahan.
13. Keluarga Besar HMJ Pendidikan Biologi, dan UKM KSE (Kelompok Studi Ekologi) terimakasih sudah menjadi tempat tumbuh dan berproses selama masa perkuliahan.
14. Keluarga Besar Komisariat FTK dan IMM UIN Raden Intan Lampung yang sudah menjadi tempat tumbuh dan berproses dengan memberikan banyak ilmu dan motivasi.
15. Teman-teman, kakak dan adik tingkat Pendidikan Biologi yang sudah dengan sukarela meluangkan waktu untuk berbagi ilmu, support dan pengalamannya.
16. Teman-teman baik *social media* ku yang tanpa pamrih berbagi ilmu, pengalaman, semangat dan support selama masa perkuliahan.

Bandar Lampung, 26 Maret 2021
Penulis



Annisa Fajrin Surya
NPM. 1711060007

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
ABSTRAK	ii
SURAT PERNYATAAN	iii
PERSETUJUAN PEMBIMBING.....	iv
PENGESAHAN	v
MOTTO.....	vi
PERSEMBAHAN.....	vii
RIWAYAT HIDUP	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii

BAB I PENDAHULUAN

A. Penegasan Judul	1
B. Latar Belakang Masalah	3
C. Identifikasi dan Batasan Masalah.....	10
D. Rumusan Masalah	11
E. Tujuan Penelitian.....	11
F. Manfaat Penelitian.....	12
G. Kajian Penelitian Terdahulu yang Relevan	12
H. Sistematika Penulisan.....	14

BAB II LANDASAN TEORI DAN PENGAJUAN HIPOTESIS

A. Tempe	
1. Pengertian Tempe	15
2. Produksi Tempe	15
3. Kandungan Limbah Tempe	16
4. Indikator Limbah Cair	17
B. Pupuk Organik Cair.....	19
C. Hidroponik	

1. Unsur Penting dalam Hidroponik	23
2. Keuntungan Hidroponik	26
D. Vertikultur	
1. Model Vertikultur	27
2. Media Vertikultur	28
3. Keunggulan Vertikultur	28
E. Pakcoy	
1. Morfologi Pakcoy	28
2. Kandungan dan Manfaat Pakcoy	29
F. Pengajuan Hipotesis	
1. Hipotesis Penelitian	30
2. Hipotesis Statistik	30

BAB III METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian	31
B. Alat dan Bahan	
1. Alat	31
2. Bahan	31
C. Populasi, Sampel dan Teknik Pengambilan Sampel ...	31
D. Definisi Operasional Variabel	32
E. Pendekatan dan Jenis Penelitian	32
F. Cara Kerja	
1. Sistem Hidroponik Sumbu Vertikal Pada Pertumbuhan Tanaman Pakcoy (<i>Brassica rapa</i> L.)	34
2. Analisis Kandungan Limbah Cair Rebusan Kedelai Tempe	37
G. Teknik Pengumpulan Data	42
H. Teknik Analisis Data	45

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian	
1. Hasil Analisis Parameter Limbah Cair Rebusan Kedelai Tempe	47
2. Kadar NPK Hasil Fermentasi Limbah Cair Rebusan Kedelai Tempe	48
3. Hasil Analisis Statistik Pertumbuhan Vegetatif	

Tanaman Pakcoy (<i>Brassica rapa</i> L.) dengan Sistem Hidroponik Sumbu Vertikal.....	49
B. Pembahasan	
1. Analisis Parameter Limbah Cair Rebusan Kedelai Tempe	64
2. Analisis Kadar NPK Hasil Fermentasi Limbah Cair Rebusan Kedelai Tempe	65
3. Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Pakcoy (<i>Brassica rapa</i> L.) dengan Sistem Hidroponik Sumbu Vertikal	71

BAB V SIMPULAN

A. Simpulan.....	83
B. Saran.....	83

DAFTAR PUSTAKA	85
----------------------	----



DAFTAR TABEL

1. Nutrisi Fact Limbah Air Rebusan dan Air Rendaman Kedelai	16
2. Baku mutu Air Limbah Bagi Usaha atau Kegiatan Pengolahan Kedelai	18
3. Standar Pupuk Organik Cair.....	20
4. Kadar Konsentrasi Pada Perlakuan dan Desain Pengulangan Penelitian Rancangan Acak Lengkap (RAL)	33
5. Keterangan Desain Penelitian Rancangan Acak Lengkap (RAL)	34
6. Pengamatan Parameter Fisiologi Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Pakcoy (<i>Brassica rapa</i> L.).....	45
7. Analisis Parameter Limbah Cair Rebusan Kedelai Tempe.....	47
8. Kadar NPK Hasil Fermentasi Limbah Cair Rebusan Kedelai Tempe	49
9. Hasil Uji Duncan Tinggi Tanaman Pakcoy.....	52
10. Hasil Uji Duncan Lebar Daun Tanaman Pakcoy.....	54
11. Hasil Uji Duncan Jumlah Daun Tanaman Pakcoy	56
12. Hasil Uji Duncan Panjang Akar Tanaman Pakcoy.....	57
13. Hasil Uji Duncan Panjang Daun Tanaman Pakcoy	58
14. Hasil Uji Duncan Berat Basah Tanaman Pakcoy	60
15. Hasil Uji Duncan Berat Kering Tanaman Pakcoy.....	61
16. Hasil Uji Duncan Berat Basah Akar Tanaman Pakcoy.....	62
17. Hasil Uji Duncan Berat Kering Akar Tanaman Pakcoy.....	63

DAFTAR GAMBAR

1. Tanaman Pakcoy (<i>Brassica rapa</i> L.).....	28
2. Desain Visual Hidroponik Sumbu Vertikal.....	33
3. Desain Penelitian Rancangan Acak Lengkap (RAL) ..	34
4. Diagram Tinggi Tanaman Pakcoy	51
5. Diagram Lebar Daun Tanaman Pakcoy	53
6. Diagram Jumlah Daun Tanaman Pakcoy	55
7. Diagram Panjang Akar Tanaman Pakcoy.....	57
8. Diagram Panjang Daun Tanaman Pakcoy	58
9. Diagram Berat Basah Tanaman Pakcoy	59
10. Diagram Berat Kering Tanaman Pakcoy	60
11. Diagram Berat Basah Akar Tanaman Pakcoy	62
12. Diagram Berat Kering Akar Tanaman Pakcoy	63



DAFTAR LAMPIRAN

1. Lampiran Hasil Analisis Limbah Cair Rebusan Kedelai Tempe	95
2. Lampiran Kadar NPK Hasil NPK Fermentasi Limbah Cair Rebusan Kedelai Tempe	96
3. Lampiran Data Rata-Rata Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Pakcoy	97
4. Lampiran Data Analisis SPSS Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Pakcoy	98
5. Lampiran Dokumentasi Penelitian	119



BAB I

PENDAHULUAN

A. Penegasan Judul

Untuk menghindari kesalah pahaman dalam presepsi judul skripsi ini maka penulis perlu menjelaskan makna kata perkata yang terdapat dalam judul proposal. Adapun judul skripsi yaitu sebagai berikut **“PEMANFAATAN LIMBAH CAIR REBUSAN KEDELAI TEMPE SEBAGAI NUTRISI PADA PERTUMBUHAN VEGETATIF TANAMAN PAKCOY (*Brassica rapa* L.) DENGAN SISTEM HIDROPONIK SUMBU VERTIKAL”**. Berikut ini penjelasan mengenai makna dari kata perkata dalam judul skripsi tersebut:

1. Pemanfaatan berasal dari kata dasar manfaat yang artinya adalah perbuatan yang memanfaatkan. Pemanfaatan yang dimaksud oleh penulis yaitu menggunakan sesuatu.¹
2. Limbah adalah buangan yang dihasilkan dari tahapan proses produksi, baik dari industri maupun domestik atau rumah tangga. Limbah sering dikenal dengan sebutan sampah yang keberadaannya tidak dikehendaki dan mengganggu lingkungan, karena jika dilihat tidak memiliki nilai ekonomis.²
3. Nutrisi berarti proses pemasukan dan pengolahan zat makanan oleh tubuh, makanan bergizi dan ilmu tentang gizi.³ Nutrisi yang dimaksud dalam judul penelitian ini yaitu nutrisi tanaman (*plant nutrition*) yang terdiri atas suatu unsur hara makro dan unsur hara mikro yang dibutuhkan oleh tanaman.⁴

¹Kamus Besar Bahasa Indonesia (kbbi.kemendikbud.go.id) tersedia di: <https://kbbi.kemendikbud.go.id/entri/pemanfaatan>, diakses tanggal 27 November 2020.

²Latar Muhammad Arief, *Pengelolaan Limbah Industri*, (Yogyakarta: Andi, 2016), 23.

³Kamus Besar Bahasa Indonesia (kbbi.web.id), <https://kbbi.web.id/nutrisi>, diakses tanggal 27 November 2020.

⁴Khalimatu Nisa, *Memproduksi Kompos dan Mikro Organisme Lokal (MOL)*, (Jakarta: Bibit Publisher, 2016), 11.

4. Pertumbuhan dalam ilmu fisiologi tumbuhan diartikan sebagai proses pertambahan dalam bentuk ukuran dan bersifat irreversible.⁵ Fase pertumbuhan vegetatif dapat dimulai sejak awal masa perkecambahan biji hingga tanaman tersebut tumbuh menjadi besar atau dewasa. Persepsi kata vegetatif pada penelitian ini adalah pertumbuhan tanaman sejak masa penanaman bibit hingga masa dewasa atau masa panen.⁶
5. Pakcoy (*Brassica rapa* L.) merupakan jenis tanaman sayuran berdaun yang berasal dari China yang saat ini sudah familiar dibudidayakan di negara-negara Asia terutama Indonesia. Pakcoy sering disebut dengan nama sawi sendok karena ciri morfologinya.⁷
6. Hidroponik adalah suatu metode dalam bercocok tanam yang dapat dilakukan tanpa menggunakan media tanah.⁸ Sistem hidroponik sumbu merupakan sistem hidroponik yang berprinsip pada kapilaritas air dengan sumbu yang mengalirkan air dari wadah penampungan nutrisi ke akar tanaman.
7. Vertikal berarti tegak lurus dari atas kebawah ataupun sebaliknya yang dapat membentuk suatu garis tegak lurus dengan permukaan bumi.⁹ Pada penelitian yang akan dilakukan, sistem hidroponik sumbu akan disusun secara vertikal.

⁵Linda Advinda, *Dasar-Dasar Fisiologi Tumbuhan*, (Yogyakarta: Deepublish, 2012), 3.

⁶Joesi Endah H, *Membuat Tanaman Hias Rajin Berbunga*, (Jakarta Selatan: Agromedia, 2007), 21.

⁷Al'asri Novriani, Dora Fatma Nurshanti, Ardi Asroh, "Pemanfaatan Daun Gamal sebagai Pupuk Organik Cair untuk Meningkatkan Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.)," *Klorofil*, Vol.14 no.1,(2019): 7–11.

⁸Ahmad Izzuddin, "Wirausaha Santri Berbasis Budidaya Tanaman Hidroponik," *Dimas: Jurnal Pemikiran Agama Untuk Pemberdayaan* 16, no.2,(2016): 353, <https://doi.org/10.21580/dms.2016.162.1097>.

⁹Kamus Besar Bahasa Indonesia (kbbi.kemdikbud.go.id), <https://kbbi.kemdikbud.go.id/entri/vertikal>, diakses tanggal 27 November 2020.

B. Latar Belakang Masalah

Tempe merupakan makanan tradisional asal Indonesia yang dibuat dari bahan baku kedelai melalui proses fermentasi atau peragian. Sebagai makanan khas, produksi tempe sudah menyebar luas di seluruh daerah di Indonesia. Bahan baku utama pembuatan tempe adalah kedelai, yang didapatkan dari petani kedelai ataupun pedagang di pasar. Produksi tempe dilakukan oleh industri skala kecil atau dapat disebut *home industry*.

Produksi tempe perhari dapat mencapai 10 kg sampai dengan 2 ton. Saat ini terdapat lebih dari 100.000 jumlah produsen tempe di seluruh Indonesia. Konsumsi tempe oleh masyarakat Indonesia berkontribusi pada kadar protein minimal 10% dari total kebutuhan protein harian, sementara telur dan daging masih berada jauh dari tempe.¹⁰ Nilai rata-rata konsumsi tempe masyarakat Indonesia per kapita seminggu pada tahun 2018 mencapai angka 0,15 kg.¹¹ Protein yang terkandung dalam tempe tergolong mudah dicerna sehingga tempe menjadi salah satu sumber protein nabati bagi masyarakat.¹²

Banyak masyarakat Indonesia membuat usaha pengolahan makanan berbahan dasar kedelai (tempe), baik dalam skala kecil hingga skala menengah.¹³ Selain menghasilkan produk berupa tempe ternyata proses produksi juga menghasilkan produk sampingan yang disebut limbah. Limbah tersebut dihasilkan melalui sederatan proses pembuatan tempe yaitu, sortasi, perendaman, pengupasan kulit, pencucian, penggilingan, perebusan

¹⁰Muhammad Wildan, Darjati, Sukiran Al-Jauhari “Penambahan Lumpur Aktif Dalam Proses Terbentuknya Biogas Dari Limbah Cair *Home Industry* Tempe di Surabaya Tahun 2017,” *Jurnal Gema Kesehatan Lingkungan*, Vol.15, no.2,(2017): 20–26.

¹¹Badan Pusat Statistik, <https://lokadata.id/data/rata-rata-konsumsi-tahu-dan-tempe-per-kapita-dalam-seminggu-2007-2019-1601011972>, diakses pada tanggal 31 November 2020.

¹²Mariyam, Arfiana, Tuti Sukini, “Efektivitas Konsumsi Nugget Tempe Kedelai Terhadap Kenaikan Berat Badan Balita Gizi Kurang,” *Jurnal Kebidanan*, Vol. 6, no.12,(2017): 63–72.

¹³Yanti Siti Rohmah, Ilah Nurlaelah, dan Agus Prianto, “Pengaruh Limbah Cair Tahu Terhadap Pertumbuhan Kangkung Darat (*Ipomoea reptans poir*) Secara Hidroponik Pada Konsentrasi Yang Berbeda,” *Quangga* 8, no. 2 (2016): 1.

dan penyaringan. Dari proses pembuatan tempe tersebut dihasilkan limbah berwujud padat dan cair.¹⁴

Limbah cair yang dihasilkan dari proses produksi tempe merupakan salah satu penyebab terjadinya pencemaran lingkungan. Pencemaran lingkungan berdampak buruk bagi lingkungan dan kesehatan masyarakat. Hal ini disebabkan unsur organik pada limbah yang kemudian membusuk dan mengeluarkan bau tidak sedap, sehingga mencemari udara dan air.¹⁵ Pembuangan limbah cair tempe di lingkungan sekitar dapat mengakibatkan pencemaran terutama di sungai, dan berbagai macam penyakit dapat menyerang masyarakat seperti penyakit kulit, diare, gangguan pernafasan dan jamur. Berdasarkan data limbah cair tempe dan tahu mengandung BOD sekitar 5.000-10.000 mg/l, dan COD 7.000-12.000 mg/l.¹⁶

Pencemaran lingkungan serta penyakit yang saat ini timbul di lingkungan masyarakat merupakan dampak dari perbuatan manusia-manusia yang lalai. Hal tersebut sesuai dengan firman Allah dalam Al-Quran surat Ar-Rum ayat 41. Pada ayat tersebut Allah SWT berfirman:

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا أَلْفَهُمْ
يَرْجِعُونَ

“Telah nampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia itu sendiri, supaya Allah merasakan kepada mereka sebagian dari (akibat) perbuatan

¹⁴Mariatun, Harry Irawan Jauhari, “Studi Sanitasi Industri Rumah Tangga Dalam Pengelolaan Tahu Tempe Di Kelurahan Kekalik Jaya Kecamatan Sekarbela,” *Jurnal Kajian Penelitian dan Pengembangan Pendidikan*, Vol.6 no.1,(2018): 34–35.

¹⁵Iful Ashari, Eva Oktavidiati dan Fiana Podesta, “Pengaruh Pupuk Organik Cair Dari Limbah Tempe Dan Urine Kambing Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Tomat (*Solanum Lycopersicum* L.),” *Jurnal Agriculture*, Vol.5 no.2,(2018): 122.

¹⁶Dahruji, Pipit Festy Wilianarti, dan Totok Hendarto, “Studi Pengolahan Limbah Usaha Mandiri Rumah Tangga Dan Dampak Bagi Kesehatan Di Wilayah Kenjeran, Surabaya,” *AKSIOLOGIYA : Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat* 1, no.1,(2016): 36, <https://doi.org/10.30651/aks.v1i1.304>.

mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang sangat benar).” (Q.S Ar-Rum [30]: 41)¹⁷

Firman Allah surat Ar-Rum ayat 41 tersebut terlihat bahwa kerusakan di daratan dan di lautan yaitu kekeringan, minimnya hujan, penyakit dan wabah, semua itu disebabkan karena kemaksiatan-kemaksiatan yang diperbuat oleh manusia, hal itu merupakan ganjaran hukuman bagi mereka atas segala perbuatan yang dilakukan di dunia, agar mereka bertaubat kepada Allah SWT dan kembali kepada-Nya serta meninggalkan kemaksiatan, supaya keadaan dan urusan mereka akan membaik dan lurus.

Selanjutnya dalam Al-Quran surat Al-A'raf ayat 56 Allah SWT berfirman:

وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا وَادْعُوهُ خَوْفًا وَطَمَعًا إِنَّ رَحْمَتَ اللَّهِ قَرِيبٌ
مِّنَ الْمُحْسِنِينَ

“Dan janganlah kamu membuat kerusakan di muka bumi, sesudah (Allah) memperbaikinya dan berdoalah kepada-Nya dengan rasa takut (tidak akan diterima) dan harapan (akan dikabulkan). Sesungguhnya rahmat Allah amat dekat kepada orang-orang yang berbuat baik.” (Q.S Ar-A'raf [7]: 56)¹⁸

Dalam surat Al-A'raf ayat 56 bahwa sebagai hamba-Nya manusia dilarang berbuat berbagai macam kerusakan di muka bumi dengan cara apapun, Allah SWT sudah mengutus para rasul untuk memperbaiki dan memakmurkan dengan amalan ketaatan kepada Allah SWT. Berdoalah kepada Allah SWT dengan niat yang ikhlas dan rasa takut atas siksaan-Nya serta berharap pahala kepada-Nya. Maka sesungguhnya rahmat Allah SWT sangat dekat kepada hamba-hamba-Nya yang senantiasa melakukan kebaikan. Amalan kebaikan yang dapat dilakukan oleh umat manusia sebagai penduduk muka bumi adalah menjaga apa yang telah diciptakan oleh Allah SWT, salah satu cara yang dapat dilakukan yaitu tidak

¹⁷*Al-Quran Dan Terjemahannya* (Jakarta: Maghfirah pustaka, 2010), 408.

¹⁸*Ibid.*, 157.

merusak lingkungan. Oleh karena itu, diperlukan adanya pengolahan limbah terlebih dahulu sebelum dibuang secara langsung, hal ini dilakukan agar tidak mengakibatkan kerusakan bumi dan manusia bisa memperoleh manfaat lain dari pengolahan limbah tersebut.

Pemanfaatan limbah organik yang dapat dilakukan oleh masyarakat yaitu pembuatan pupuk organik.¹⁹ Pupuk organik dibuat melalui proses fermentasi. Proses fermentasi dilakukan dengan tujuan mendekomposisi senyawa kompleks menjadi senyawa lebih sederhana.²⁰ Hasil fermentasi limbah cair rebusan kedelai tempe yang berupa senyawa sederhana tersebut dapat diaplikasikan dan mudah diserap oleh tanaman.

Limbah cair yang berasal dari proses perebusan dan perendaman kedelai ternyata dapat dimanfaatkan secara efektif, dengan cara diolah sebagai pupuk organik cair. Limbah proses pembuatan tempe tidak hanya menyebabkan kerusakan lingkungan, tetapi juga memiliki nilai ekonomis. Nilai ekonomis dari limbah tempe berupa kandungan senyawa *organic* dan *nutrient* dengan kadar yang relatif tinggi. Kandungan yang terdapat pada limbah cair tempe yaitu protein 0,42%, lemak 0,13%, karbohidrat 0,11%, air 98,87%, kalsium 13,60 ppm, fosfor 1,74 ppm serta besi 4,55 ppm.²¹

Kandungan dari limbah cair hasil produksi tempe yang dimanfaatkan menjadi pupuk organik oleh petani memberikan hasil optimal pada tanaman. Beberapa unsur hara yang terdapat didalam pupuk organik tersebut antara lain N, P, K. Zat hara tersebut memberikan dampak nyata terhadap pertumbuhan tanaman pada parameter tinggi tanaman, diameter batang, jumlah daun, luas daun,

¹⁹Prasetyo Budi Utomo dan Juli Nurdiana, "Evaluasi Pembuatan Kompos Organik Dengan Menggunakan Metode Hot Composting," *Teknik Lingkungan Universitas Mulawarman* 2, no. 2018 (2018): 28-30.

²⁰Pipit Wijiyanti, Endah Dwi Hastuti, dan Sri Haryanti, "Pengaruh Masa Inkubasi Pupuk Dari Air Cucian Beras Terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi Hijau (*Brassica juncea* L.)," *Buletin Anatomi Dan Fisiologi* 4, no. 1 (2019): 22.

²¹Nurhayati, "Pemanfaatan Limbah Cair Tempe Menggunakan Bakteri *Pseudomonas* Sp Dalam Pembuatan Pupuk Cair," *Jurnal TechLINK* 2, no. 2 (2018): 45.

pangkal tongkol, bobot dan diameter tongkol serta bobot biji pada jagung.²²

Pemanfaatan limbah cair tempe dari proses perebusan, dan perendaman kedelai yang diolah menjadi pupuk organik cair dengan menambahkan bakteri *Pseudomonas* sp memperoleh hasil yang sesuai dengan standar mutu pupuk organik cair atau POC. Pada proses pembuatan pupuk cair biasanya menggunakan *effective mikroorganisme* yang akan menghasilkan bakteri baik sehingga dapat mengikatkan nitrogen (N), fosfor (F), kalium (K) yang bermanfaat untuk menyuburkan tanah dan tanaman.²³ Peningkatan kandungan NPK pada pupuk organik dipengaruhi oleh durasi waktu fermentasi serta kandungan bahan dasar pembuatan pupuk. Oleh karena itu pemilihan durasi waktu fermentasi yang tepat dapat meningkatkan kadar NPK pada pupuk organik.²⁴

Limbah cair tempe ataupun tahu yang diolah menjadi pupuk organik tidak hanya digunakan pada budidaya tanaman secara konvensional, tetapi juga digunakan pada sistem budidaya tanaman secara hidroponik. Seperti pada penelitian terdahulu yang memanfaatkan limbah cair tahu pada tanaman kangkung darat yang dibudidayakan dengan menggunakan sistem hidroponik, ternyata berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman.²⁵

Hidroponik merupakan budidaya tanaman yang dapat dilakukan tanpa menggunakan media tanah, tetapi dengan media *inert*. Budidaya tanaman dengan sistem hidroponik merupakan suatu teknik pertanian masa depan. Pertanian sistem hidroponik sangat cocok untuk dilakukan di wilayah perdesaan, kota, lahan terbuka, ataupun di atas apartemen. Pemeliharaan hidroponik lebih mudah, karena lokasi budidaya yang relatif bersih, serta

²²Yudi Santoso, Meizal dan Darmawati, "Respon Pertumbuhan Dan Produksi Jagung Manis Dengan Pemberian Pupuk Organik Cair Limbah Tempe Dan Pupuk Organik Cair," *Agrum* 19, no.2,(2015): 104.

²³Nurhayati, "Pemanfaatan Limbah Cair Tempe Menggunakan Bakteri *Pseudomonas* Sp Dalam Pembuatan Pupuk Cair," 50.

²⁴Rukmayanti, Ratnawaty Fadilah, dan Ernawati, "Analisis Kualitas Nutrisi Pupuk Organik Cair (POC) Dari Bahan Baku Sayuran, Buah-Buahan Dan Ikan," *Journal of Chemical Information and Modeling* 53, no. 9 (2019): 6-8.

²⁵Rohmah, Nurlaelah, dan Prianto, "Pengaruh Limbah Cair Tahu Terhadap Pertumbuhan Kangkung Darat (*Ipomoea reptans* poir) Secara Hidroponik Pada Konsentrasi Yang Berbeda," 8.

penggunaan media tanam yang steril. Selain itu, tanaman lebih terlindung dari terpaan hujan, serangan hama penyakit dan hasil dari tanaman lebih sehat serta memiliki produktivitas yang tinggi.²⁶

Sistem budidaya tanaman dengan hidroponik memiliki beberapa ragam jenis yang biasanya umum digunakan, salah satunya adalah sistem hidroponik sumbu. Sistem sumbu adalah model penanaman pada sistem hidroponik paling sederhana, dengan menggunakan sistem sumbu yang dihubungkan pada pot tanaman yang berisi larutan nutrisi.²⁷ Sistem hidroponik sumbu juga merupakan sistem hidroponik yang mudah dan cocok untuk dilakukan oleh para pemula. Alat-alat yang dibutuhkan dalam membuat sistem hidroponik sumbu, bisa memanfaatkan sisa-sisa barang bekas yang ada di lingkungan sekitar.

Kombinasi antara budidaya tanaman secara hidroponik sumbu yang sederhana dengan teknik vertikultur memiliki banyak keuntungan bagi masyarakat. Keuntungan utamanya adalah menghemat lahan namun tetap bisa mendapatkan hasil budidaya secara maksimal. Pembuatan sistem budidaya vertikultur juga mudah dilakukan, hanya dengan memerlukan alat dan bahan yang sederhana. Selain itu keuntungan selanjutnya adalah dalam pemeliharaan tanaman yang sederhana, serta lebih sedikit terdampak serangan gulma.²⁸

Sistem hidroponik sumbu vertikultur yang memiliki banyak keuntungan, tentu dapat digunakan dengan mudah untuk budidaya tanaman jenis sayur-sayuran. Mayoritas jenis sayuran yang cocok dibudidayakan menggunakan sistem hidroponik sumbu vertikultur adalah sayuran berumur pendek, contohnya seperti pakcoy. Pakcoy merupakan sayuran yang masuk dalam golongan sayuran daun famili *Brassicaceae* berasal dari negara Cina. Pakcoy dapat

²⁶Rizky Nurrisal Maulido, Oktavianus Lumban Tobiga, dan Sjarif A. Adimiharja, "Pengaruh Kemiringan Pipa Pada Hidroponik Sistem NFT Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Selada (*Lactuca sativa* L.)," *Jurnal Agronida* 2, no.2,(2016): 62–68.

²⁷Sri Swastika, Ade Yulfida, Yogo Sumitro, *Budidaya Sayuran Hidroponik*, (Riau: BPTP Balitbangtan Riau, 2018), 5.

²⁸Cahyo Saparinto Liferdi L, *Vertikultur Tanaman Sayur* (Jakarta: Penebar Swadaya, 2016), 8.

berkembang secara pesat pada daerah yang memiliki iklim subtropis dan tropis.²⁹

Prospek budidaya sayuran pakcoy dengan sistem hidroponik memiliki perkembangan yang baik di pasaran. Pakcoy memiliki prospek harga jual yang relatif lebih tinggi jika dibandingkan dengan jenis sawi-sawian yang lain. Jumlah produksi petsai atau sawi di Indonesia pada tahun 2018 mencapai angka 635.988 ton, jika dihitung berdasarkan hasil per hektar mencapai angka 10,42 (Ton/Ha).³⁰

Berdasarkan latar belakang yang sudah dipaparkan, maka peneliti akan melakukan kebaruan penelitian dengan memanfaatkan limbah cair tempe terkhusus pada air sisa rebusan kedelai tempe. Limbah cair rebusan kedelai tempe tersebut akan diolah melalui proses fermentasi selama 14 hari. Durasi waktu fermentasi dilakukan secara bersamaan dengan proses semai tanaman. Hal ini bertujuan untuk mengefektifkan waktu fermentasi, serta mengefektifkan pemanfaatan limbah cair rebusan kedelai tempe. Produk akhir dari hasil proses fermentasi tersebut adalah pupuk organik cair. Pupuk organik cair tersebut nantinya akan digunakan sebagai nutrisi tanaman pada sistem hidroponik sumbu vertikal.

Kebaruan selanjutnya yaitu pada kombinasi teknik budidaya tanaman yang dilakukan dengan menggunakan sistem hidroponik dan sistem vertikultur. Penggabungan dari dua sistem tersebut akan menciptakan sebuah sistem hidroponik sumbu vertikal, yang merupakan budidaya tanaman tanpa media tanah dengan dikombinasi sistem vertikultur atau lebih dikenal dengan nama

²⁹Ari Fradana Nst, Revandy Iskandar M. Damanik et.al., “Pertumbuhan Varietas Pak Coy (*Brassica rapa* L. *ssp. chinensis* (L.)) Dengan Pemberian NAA (*Naphthalene-3-Acetic Acid*) Pada Media Hidroponik Terapung,” *Journal of Chemical Information and Modeling* 53, Vol.6 no.9,(2017): 390, <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>.

³⁰Badan Pusat Statistik, “Katalog Statistik Tanaman Sayuran Dan Buah-Buahan Semusim Indonesia 2018 Badan Pusat Statistik,”

teknik vertikal. Diharapkan sistem kombinasi tersebut dapat efektif dan mudah diterapkan oleh masyarakat karena memiliki kesederhana dari segi pembuatan, pengelolaan ataupun alat dan bahan yang digunakan.

Pada penelitian ini peneliti akan memanfaatkan talang air sebagai media hidroponik sumbu vertikal. Media hidroponik sumbu tersebut akan disusun secara vertikal atau bertingkat keatas seperti susunan anak tangga. Hal ini bertujuan untuk mengefisienkan pemanfaatan lahan sempit di wilayah perkotaan terutama di kompleks perumahan. Sistem hidroponik sumbu vertikal ini bertujuan agar memperoleh hasil panen maksimal walaupun tidak memiliki lahan yang luas untuk budidaya tanaman.

C. Identifikasi dan Batasan Masalah

Berdasarkan pemaparan latar belakang masalah diatas, maka penulis mengidentifikasi masalah sebagai berikut:

1. *Home industry* tempe menghasilkan limbah cair yang dapat menyebabkan kerusakan lingkungan serta sumber penyakit bagi lingkungan masyarakat sekitar.
2. Limbah cair *home industry* tempe memiliki kandungan unsur organik dan hara, dan jika dibuang secara langsung ke sungai dapat mengakibatkan bau menyengat.
3. Pemanfaatan limbah cair industri tempe saat ini belum dilakukan dengan maksimal, hal ini dapat disebabkan kurangnya pengetahuan masyarakat bahwa limbah cair industri tempe mengandung unsur organik dan hara yang dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik.
4. Terbatasnya luas lahan yang dapat digunakan sebagai lokasi budidaya sayuran di wilayah perkotaan.
5. Kurangnya informasi dan sosialisasi kepada masyarakat mengenai kemudahan dari sistem budidaya tanaman dengan hidroponik sumbu dan teknik vertikultur yang dapat dilakukan pada lahan minim atau sempit.
6. Tingginya permintaan sayuran pakcoy (*Brassica rapa* L.) sebagai salah satu jenis sayuran sawi yang digemari

dipasaran dan memiliki harga jual yang relatif tinggi dibandingkan jenis lainnya.

Agar pembahasan masalah dapat fokus dan sesuai dengan apa yang diharapkan, maka penulis membatasi batasan masalah sebagai berikut:

1. Jenis tanaman yang digunakan pada peneilitian adalah pakcoy (*Brassica rapa* L.) bibit tanaman diperoleh dari pedagang perlengkapan pertanian.
2. Parameter dalam penelitian ini yaitu pertumbuhan tanaman pakcoy berupa tinggi tanaman, lebar daun, jumlah daun, panjang akar, panjang daun, berat basah tanaman, berat kering tanaman, berat basah akar dan berat kering akar.
3. Limbah cair rebusan kedelai tempe yang diperoleh dari *home industry* tempe milik Bapak Kentu yang berlokasi di kompleks Jl. Diageng Kurniawan Pekon Rejosari.
4. Sistem hidroponik yang digunakan yaitu sumbu vertikal yang akan disusun secara vertikal bertingkat keatas seperti anak tangga.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan batasan masalah yang sudah dipaparkan penulis, maka rumusan masalah adalah sebagai berikut.

1. Apakah pemanfaatan limbah cair rebusan kedelai tempe berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.) pada sistem hidroponik sumbu vertikal?
2. Berapa konsentrasi limbah cair rebusan kedelai tempe yang baik untuk pertumbuhan tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.) pada sistem hidroponik sumbu vertikal?
3. Apakah kandungan limbah cair rebusan kedelai tempe sudah memenuhi standar nutrisi pada sistem hidroponik sumbu vertikal?

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, maka tujuan dari dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui pertumbuhan tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.) dengan memanfaatkan limbah cair rebusan kedelai tempe pada sistem hidroponik sumbu vertikal.
2. Untuk mengetahui konsentrasi limbah cair rebusan kedelai tempe yang baik pada pertumbuhan tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.).
3. Untuk mengetahui kandungan limbah cair rebusan kedelai tempe.

F. Manfaat Penelitian

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, maka diharapkan mampu memberikan manfaat diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Manfaat bagi peneliti dapat memanfaatkan limbah cair rebusan kedelai tempe agar tidak menimbulkan pencemaran lingkungan dan sumber penyakit.
2. Manfaat bagi masyarakat diharapkan dapat memberikan informasi bahwa limbah cair rebusan kedelai tempe dapat digunakan sebagai sumber nutrisi alternatif pada sistem hidroponik sumbu vertikal.
3. Manfaat bagi pendidikan diharapkan dapat digunakan sebagai bahan acuan praktikum biologi pada perubahan lingkungan atau iklim dan daur ulang limbah.

G. Kajian Penelitian Terdahulu yang Relevan

Penelitian yang relevan memberikan kesimpulan bahwa pemberian limbah cair tahu pada tanaman pakcoy dapat meningkatkan secara nyata semua parameter pengamatan pertumbuhan tanaman. Parameter tersebut meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, berat segar tanaman serta berat segar tanaman layak konsumsi. Pada konsentrasi 25%-50% merupakan perlakuan dengan hasil terbaik pada parameter pertumbuhan dan produksi tanaman pakcoy.³¹

³¹Ahmad Al Amin, Arnis En Yulia dan Nurbaiti Ahmad, "Pemanfaatan Limbah Cair Tahu Untuk Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.)" *JOM Faperta* 37, Vol.4 no. 3,(2017): 1-2.

Persamaan antara penelitian tersebut dengan skripsi penelitian penulis yaitu pada beberapa parameter pengamatan tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, berat segar tanaman, serta spesies tanaman yang digunakan yaitu tumbuhan pakcoy (*Brassica rapa* L.). Perbedaan dengan penelitian tersebut yaitu pada penggunaan limbah, jika peneliti tersebut menggunakan limbah cair tahu maka penulis menggunakan limbah cair rebusan kedelai tempe.

Penelitian kedua yang relevan yaitu mengenai pemanfaatan limbah cair tempe dengan menggunakan bakteri *Pseudomonas* sp dalam proses pembuatan pupuk organik cair. Hasil akhir bahwa limbah cair tempe yang ditambahkan bakteri *Pseudomonas* sp dapat memenuhi standar sebagai bahan baku pembuatan pupuk organik cair pada metode fermentasi.³²

Pada penelitian tersebut peneliti dan penulis sama-sama menggunakan limbah cair tempe dari proses perebusan kedelai, dan durasi waktu fermentasi selama 14 hari. Perbedaannya terdapat pada penggunaan aktivator fermentasi, jika peneliti tersebut menggunakan aktivator berupa bakteri *Pseudomonas* sp, maka penulis akan menggunakan aktivator *Effective Microorganisme* atau EM4.

Penelitian ketiga yang relevan yaitu pada pengaruh konsentrasi dan interval waktu pemberian pupuk organik cair pakcoy dengan sistem hidroponik DFT. Pada penelitian tersebut memperoleh hasil bahwa perlakuan konsentrasi pupuk organik cair 20 ml/L dengan masa interval waktu 6 hari memberikan hasil terbaik berpengaruh nyata pada tanaman pakcoy.³³ Kemudian point persamaan skripsi penelitian penulis dengan penelitian tersebut yaitu pada interval waktu penggantian nutrisi yakni setiap 6 hari sekali. Perbedaan dengan penelitian tersebut yaitu pada penggunaan dan konsentrasi pupuk organik cair, serta sistem hidroponik yang diterapkan.

H. Sistematika Penulisan

³²Nurhayati, "Pemanfaatan Limbah Cair Tempe Menggunakan Bakteri *Pseudomonas* Sp Dalam Pembuatan Pupuk Cair," 50.

³³Ilham Budi Susilo, "Pengaruh Konsentrasi Dan Interval Waktu Pemberian Pupuk Organik Cair Terhadap Hasil Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.) Dengan Sistem Hidroponik DFT," *Berkala Ilmiah Pertanian* 2, no. 1 (2019): 39-40.

Berikut ini merupakan sistematika penulisan skripsi dengan judul “Pemanfaatan Limbah Cair Rebusan Kedelai Tempe Sebagai Nutrisi Pada Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa. L*) Dengan Sistem Hidroponik sumbu Vertikal” yaitu sebagai berikut:

1. Bab I Pendahuluan

Pada bab ini terdiri dari delapan sub bab yaitu penegasan judul, latar belakang masalah, identifikasi dan batasan masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, kajian penelitian terdahulu yang relevan dan sistematika penulisan.

2. Bab II Landasan Teori dan Pengajuan Hipotesis

Pada bab kedua ini mencakup teori-teori yang relevan dengan penelitian yang dilakukan. Teori tersebut meliputi tempe, hidroponik, vertikultur, dan pakcoy. Selanjutnya selain teori pada bab ini terdapat pengajuan hipotesis yang berisi dugaan sementara atau hipotesis pada penelitian.

3. Bab III Metode Penelitian

Pada bab ini terdapat beberapa sub bab diantaranya yaitu, waktu dan tempat penelitian, alat dan bahan, populasi sampel dan teknik pengambilan sampel, definisi operasional variabel, jenis penelitian, cara kerja, teknik pengumpulan data, dan teknik analisis data.

4. Bab IV Hasil Penelitian dan Pembahasan

Pada bab empat merupakan bab yang membahas dua sub bab yaitu hasil penelitian dan pembahasan. Pada sub bab hasil peneliti memaparkan data yang diperoleh pada saat penelitian. Selanjutnya pada sub bab pembahasan peneliti membahas hasil penelitian dengan disertai faktor penyebab yang mempengaruhi pada hasil penelitian.

5. Bab V Simpulan

Pada bab kelima yang merupakan bab simpulan dari skripsi yang terdiri dari sub bab simpulan dan saran.

BAB II

LANDASAN TEORI DAN PENGAJUAN HIPOTESIS

A. Tempe

1. Pengertian Tempe

Tempe adalah makanan tradisional khas Indonesia. Kata tempe diduga berasal dari bahasa masyarakat Jawa Kuno yang dahulu terdapat makanan berwarna putih terbuat dari tepung sagu bernama tumpi. Tumpi memiliki kesamaan dengan tempe segar sehingga boleh dikatakan nama tempe berasal muasal dari makanan masyarakat Jawa Kuno tersebut.³⁴

Tempe merupakan makanan yang dibuat dengan bahan biji kedelai atau bahan lain yang diproses dengan fermentasi menggunakan ragi tempe. Proses fermentasi ini akan membuat biji kedelai mengalami penguraian menjadi senyawa sederhana sehingga mudah dicerna. Indonesia merupakan negara produsen tempe terbesar di dunia dan menjadi pasar kedelai terbesar di Asia.³⁵

Makanan khas Indonesia yang sudah ada sejak zaman Jawa Kuno dan berasal namanya berasal dari bahasa Jawa Kuno adalah tempe. Sebagai makanan khas, tidak heran jika Indonesia menjadi produsen terbesar tempe di dunia dan pasar kedelai terbesar se-Asia. Bahan baku yang biasanya digunakan dalam pembuatan tempe yaitu biji kedelai yang diproses dengan fermentasi dari ragi tempe.

2. Produksi Tempe

Proses produksi tempe banyak dilakukan dalam industri skala kecil atau *home industry*. Metode pembuatan tempe dilakukan melalui tahapan-tahapan yang masih tradisional. Proses dalam

³⁴Pusido Badan Standarisasi Nasional, *Tempe Persembahan Indonesia Untuk Dunia*, (Jakarta: Badan Standarisasi Nasional, 2012), 1.

³⁵*Ibid.*

pembuatan tempe dibagi menjadi dua yaitu tahapan pemasakan kedelai dan tahapan fermentasi kedelai.³⁶

Dari tahapan produksi tempe tentu banyak sekali limbah atau produk sampingan yang dihasilkan. Mayoritas limbah yang dihasilkan adalah limbah berwujud cair. Limbah cair tersebut berupa air yang dihasilkan dari proses produksi tempe pada tahapan pencucian, perendaman dan perebusan kedelai.

3. Kandungan Limbah Tempe

Tahapan pencucian, perendaman dan perebusan kedelai menghasilkan limbah berwujud cair, yang mengandung senyawa organik terlarut dan nutrient. Berdasarkan analisis kandungan limbah dengan menggunakan metode soxhlet pada analisis lemak, metode kjedahl pada analisis protein dan metode by different pada analisis karbohidrat. Pada sampel air rebusan dan air rendaman kedelai memperoleh data sebagai berikut.³⁷

Tabel 1
Nutrisi Fact Limbah Air Rebusan dan Air Rendaman Kedelai

Parameter	Limbah Cair Tempe	
	Air Rebusan Kedelai	Air Rendaman Kedelai
Lemak Total	0,04 g	0,02 g
Protein	0,47 g	0,20 g
Karbohidrat Total	4,06 g	1,47 g

Sumber Data: Analisis kandungan limbah cair tempe air rebusan dan air rendaman kedelai

Kandungan lemak, protein dan karbohidrat pada air rebusan kedelai memiliki nilai lebih tinggi dari air rendaman kedelai. Namun, limbah cair yang dihasilkan dari proses produksi tempe tersebut harus tetap dilakukan proses pengolahan terlebih dahulu

³⁶*Ibid.*

³⁷Devita Sari dan Anyta Rahmawati, "Analisa Kandungan Limbah Cair Tempe Air Rebusan dan Air Rendaman Kedelai," *Jurnal Ilmiah Media Husada*, Vol.9 no.1(2020): 38.

sebelum akhirnya dibuang ke lingkungan. Pengelolaan limbah secara tepat akan memberikan hasil yang bermanfaat bagi masyarakat dan lingkungan. Contoh pengelolaan limbah cair adalah memanfaatkannya menjadi pupuk organik cair.

Kandungan air rebusan olahan kedelai yang sudah diproses fermentasi selama 14 hari mengandung unsur hara yang dapat dimanfaatkan oleh tanaman. Unsur hara tersebut berupa nitrogen sebesar 0,302% dan fosfor sebesar 0,0068%. Kandungan nilai unsur hara pada air rebusan hasil olahan kedelai tersebut dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik cair yang sesuai dengan nilai baku mutu.³⁸

Limbah cair yang dihasilkan pada proses produksi tempe mengandung unsur hara yang dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik cair. Unsur-unsur hara yang terkandung didalamnya tentu diperlukan oleh tanaman sebagai suatu senyawa yang mampu meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Pemanfaatan limbah cair sebagai pupuk organik cair merupakan salah satu cara yang tepat untuk mengurangi pencemaran lingkungan yang berdampak pada kerusakan alam.

4. Indikator Limbah Cair

Produksi tempe mayoritas dilakukan oleh industri skala kecil atau *home industry*, yang umumnya masih menggunakan peralatan sederhana. Sistem pembuangan dan pengelolaan limbah belum dilakukan secara tepat dan maksimal. Apabila limbah cair tersebut apabila dibuang secara langsung akan mengakibatkan pencemaran lingkungan. Pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No.5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah terdapat beberapa indikator parameter mengenai pencemaran bahan organik.³⁹

³⁸Suwardiyono, Farikha Maharani, dan Harianingsih, "Pembuatan Pupuk Organik Cair Dari Air Rebusan Olahan Kedelai Menggunakan Effective Mikroorganisme" 4, no. 2 (2019): 44–48.

³⁹Febrian Sayow et al., "Analisis Kandungan Limbah Industri Tahu Dan Tempe Rahayu Di Kelurahan Uner Kecamatan Kawangkoan Kabupaten Minahasa," *Agri-Sosioekonomi* 16, no. 2 (2020): 246, <https://doi.org/10.35791/agrosoek.16.2.2020.28758>.

Berikut ini merupakan ambang batas standar baku mutu air limbah bagi usaha atau kegiatan pengolahan kedelai:

Tabel 2
Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha atau Kegiatan Pengolahan Kedelai

Parameter	Kadar (mg/L)	Beban (kg/ton)
BOD	150	1,5
COD	300	3
TSS	100	1
pH	6-9	

Sumber Data: Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia No.5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah

Parameter limbah cair yang digunakan untuk mengetahui baku mutu air limbah domestik yaitu pH, *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Total Suspended Solid* (TSS). Berikut merupakan parameter limbah cair industri:

a. pH

Puissance negative de H (pH) merupakan suatu nilai yang menyatakan tingkat derajat keasaman suatu larutan.⁴⁰ Nilai pH dalam suatu larutan dipengaruhi oleh kadar konsentrasi ion hidrogen pada larutan.⁴¹ Pengukuran pH dapat dilakukan dengan menggunakan alat pH meter.⁴²

b. *Biological Oxygen Demand* (BOD)

Biological Oxygen Demand (BOD) merupakan jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan mikroorganisme untuk

⁴⁰Elida Novita et al., “Komparasi Proses Fitoremediasi Limbah Cair Pembuatan Tempe Menggunakan Tiga Jenis Tanaman Air,” *Jurnal Agroteknologi*, Vol. 13 no. 01(2019): 21.

⁴¹Sumihardi Jamaludin Ramlan, *Sanitasi Industri Dan K3* (Jakarta: Pusat Pendidikan Sumber Daya Manusia Kesehatan, 2018), 71.

⁴²Mangoloi Sinurat, Rosmayani Hasibuan, dan Nelma Hasibuan, “Pemanfaatan Eceng Gondok Untuk Menurunkan Kandungan *Biological Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), PH, Bau Dan Warna Limbah Cair Tahu,” *Jurnal Pendidikan Kimia* 9, no. 3 (2017): 358, <https://doi.org/10.24114/jpkim.v9i3.8909>.

melakukan dekomposisi atau penguraian bahan organik. Pengukuran nilai BOD dapat diukur dengan menghitung kandungan oksigen terlarut diawal DO_1 (*Disolved Oxygen*) saat pengambilan sampe dikurang dengan kandungan oksigen terlarut setelah masa inkubasi lima hari DO_5 (*Disolved Oxygen*).⁴³

c. *Chemical Oxygen Demand (COD)*

Chemical Oxygen Demand (COD) merupakan jumlah oksigen yang diperlukan untuk menguraikan bahan organik yang terkandung pada air agar dapat teroksidasi melalui proses reaksi kimia.⁴⁴ Pengukuran nilai COD dapat dilakukan dengan menggunakan metode reflux spektrofotometri yaitu prinsip pengujian yang mengukur senyawa organik dan anorganik pada sampel yang sudah melalui tahapan oksidasi reflux tertutup.⁴⁵

d. *Total Suspended Solid (TSS)*

Total Suspended Solid (TSS) yaitu residu hasil dari padatan total yang tertahan pada saat proses penyaringan partikel dengan ukuran 2 μ m, umumnya berukuran lebih besar dari pada ukuran partikel koloid. Pengukuran nilai TSS bisa dilakukan dengan cara menyaring menggunakan kertas saring.⁴⁶

B. Pupuk Organik Cair

Pupuk organik merupakan jenis pupuk yang terbuat dari bahan baku yang berasal dari alam seperti kotoran hewan, sisa bagian tubuh hewan, dan pelapukan tanaman.⁴⁷ Jenis pupuk organik yaitu

⁴³Eko Nuraini, Tantri Fauziah, dan Fajar Lestari, "Penentuan Nilai Bod Dan Cod Limbah Cair Inlet Laboratorium Pengujian Fisis Politeknik Atk Yogyakarta," *Integrated Lab Journal* 07, no. 02 (2019): 11.

⁴⁴Sayow et al., "Analisis Kandungan Limbah Industri Tahu Dan Tempe Rahayu Di Kelurahan Uner Kecamatan Kawangkoan Kabupaten Minahasa," 248.

⁴⁵Nuraini, Fauziah, dan Lestari, "Penentuan Nilai Bod Dan Cod Limbah Cair Inlet Laboratorium Pengujian Fisis Politeknik Atk Yogyakarta," 12.

⁴⁶Jamaludin Ramlan, *Sanitasi Industri Dan K3*.

⁴⁷Komang Suartini, Paulus H. Abram, dan Minarni Rama Jura, "Pembuatan Pupuk Organik Cair Dari Limbah Jeroan Ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*)," *Jurnal*

pupuk organik padat dan pupuk organik cair. Pupuk organik cair merupakan salah satu jenis pupuk organik yang berwujud larutan dengan kandungan satu atau lebih unsur yang dibutuhkan oleh tanaman.⁴⁸ Berikut ini tabel mengenai standar pupuk organik cair yang diatur dalam Permentan No.70 :

Tabel.3
Standar Pupuk Organik Cair

Parameter	Satuan	SNI Maksimal POC
Nitrogen (N)	%	3-6%
Fosfor (P)	%	3-6%
Kalium (K)	%	3-6%

Sumber Data: Peraturan Menteri Pertanian Republik Indonesia No.70 Tahun 2011 Tentang Pupuk Organik, Pupuk Hayati dan Pembenahan Tanah

Pada proses pembuatan pupuk organik cair perlu memperhatikan beberapa hal penting terutama bahan pokok pembuatan pupuk. Selain komposisi bahan organik yang menjadi bahan utama, penggunaan *Effective Microorganisme* atau EM4 juga berpengaruh pada proses fermentasi dan kandungan unsur hara pupuk organik cair.

Effective Microorganisme atau EM4 merupakan konsorsium beragam jenis mikroorganisme seperti bakteri asam laktat *Lumbricus* sp, bakteri fotosintetik *Actinomycetes*, *Streptomyces* sp dan ragi. Fungsi EM4 adalah meningkatkan fermentasi limbah, meningkatkan ketersediaan unsur hara untuk tanaman, menekan aktivitas serangga, hama dan mikroorganisme patogen serta mampu menurunkan kadar BOD dan COD pada limbah tahu. Bakteri yang terkandung dalam EM4 dapat mendegradasi komponen sampah dan mencegah timbulnya bau busuk pada saat penguraian. Penggunaan dari EM4 pada proses fermentasi sangat

⁴⁸Bangun Wahyu Ramadhan Ika Hariyanto Putra dan Rhenny Ratnawati, "Pembuatan Pupuk Organik Cair Dari Limbah Buah Dengan Penambahan Bioaktivator EM4," *Jurnal Sains Dan Teknologi Lingkungan* 11, no. 1 (2019): 45.

membantu dalam mempercepat degradasi bahan organik dan mempercepat proses fermentasi.⁴⁹

Penggunaan pupuk organik cair pada tanah akan berdampak baik pada kesuburan tanah. Hasil dari penggunaan pupuk organik dapat menghasilkan tanaman yang tidak mengandung pestisida atau biasa disebut sayuran organik.⁵⁰ Keunggulan lain dari pupuk organik cair adalah mampu mengatasi defisiensi unsur hara lebih cepat jika dibandingkan dengan pupuk padat, karena wujud cair dari pupuk yang lebih mudah diserap oleh tanaman.⁵¹

C. Hidroponik

Hidroponik berasal dari bahasa Yunani yaitu *Hydro*: air dan *Ponos*: daya. Hidroponik lebih dikenal sebagai budidaya tanaman tanpa menggunakan tanah, namun memanfaatkan air sebagai pemenuhan kebutuhan nutrisi pada tanaman.⁵² Dapat di tarik kesimpulan bahwa budidaya tanaman yang dilakukan tanpa menggunakan tanah sebagai media dapat disebut hidroponik.

Budidaya tanaman dengan sistem hidroponik memiliki beberapa macam sistem atau model. Beberapa model tersebut adalah sistem sumbu (*Wick system*), irigasi (*drip system*), pasang surut (*ebb and flow*), NFT (*nutrient film technique*), rakit apung (*water cultur*) dan aeroponik.⁵³ Dari beberapa macam sistem hidroponik tersebut salah satu diantaranya terdapat sistem yang mudah bagi pemula yaitu sistem sumbu.

Sistem sumbu (*Wick System*) merupakan sistem hidroponik yang menggunakan prinsip kapilaritas air, dengan adanya sumbu tersebut tentu mampu mengalirkan air dari wadah penampungan

⁴⁹Yustiningsih Maria, Yolanda Naisumu, dan Agustina Berek, "Deep Flow Technique (DFT) Hidroponik Menggunakan Media Nutrisi Limbah Cair Tahu Dan Kayu Apu (*Pistia stratiotes* L) Untuk Peningkatan Produktivitas Tanaman," *Jurnal Biologi Dan Pendidikan Biologi* 3, no. 2 (2019): 88–99.

⁵⁰Suartini, Abram, dan Jura, "Pembuatan Pupuk Organik Cair Dari Limbah Jeroan Ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*)."

⁵¹Putra dan Ratnawati, "Pembuatan Pupuk Organik Cair Dari Limbah Buah Dengan Penambahan Bioaktivator EM4," 46.

⁵²Puput Alviani, *Bertanam Hidroponik Untuk Pemula* (Jakarta: Bibit Publisher, 2015) 8.

⁵³Andi Dwi Sartika, *6 Cara Bercocok Tanam Hidroponik*, Cybex Pertanian, Oktober 2019, 1-4.

nutrisi ke akar tanaman.⁵⁴ Sistem ini bersifat pasif, karena akar dari tanaman tidak tersentuh langsung pada air atau sumber nutrisi. Sesuai dengan namanya sistem sumbu merupakan sistem hidroponik yang memanfaatkan sumbu sebagai perantara pada pemberian asupan nutrisi tanaman. Pada sistem sumbu tersebut terdapat beberapa bahan yang dapat digunakan sebagai sumbu antara lain, kain flanel, tali fibrosa, sumbu obor, wol tebal, tali nilon dan lain-lain.⁵⁵

Wick system atau sistem sumbu sebagai sistem budidaya tanaman secara hidroponik tentu memiliki beberapa kelebihan dan kekurangan dalam penggunaannya.⁵⁶ Berikut ini adalah kelebihan yang dimiliki oleh sistem hidroponik sumbu:

1. Bahan dan alat yang dibutuhkan untuk sistem sumbu tidak mahal
2. Frekuensi penambahan suplai nutrisi tidak terlalu sering
3. Sistem sumbu tidak membutuhkan perawatan secara khusus
4. Air dan nutrisi pada sistem sumbu tidak mengalami sirkulasi sehingga tanaman dapat terus menerus memperoleh suplai nutrisi
5. Tidak membutuhkan pompa air listrik sehingga tidak perlu mengkhawatirkan gangguan suplai nutrisi jika terjadi padam listrik
6. Tidak memerlukan tenaga listrik
7. Sistem sumbu mudah dipindahkan

Selanjutnya kekurangan dari sistem sumbu adalah:

1. Apabila jumlah tanaman pada sistem sumbu terlalu banyak maka akan menyulitkan dalam tahapan pengontrolan jumlah nutrisi
2. Sistem sumbu lebih cocok untuk jenis-jenis tanaman yang tidak memerlukan banyak air. Hal ini dikarenakan

⁵⁴Nuridin SQ, *Mempercepat Panen Tanaman Hidroponik*, (Jakarta: Agromedia Pustaka, 2017), 7-8.

⁵⁵Susilawati, *Dasar-Dasar Bertanam Secara Hidroponik* (Palembang: UPT Universitas Sriwijaya, 2019), 48.

⁵⁶*Ibid.*, 49.

kemampuan sumbu dalam proses kapilaritas penyaluran nutrisi terbatas

1. Unsur Penting dalam Hidroponik

Bercocok tanam dengan sistem hidroponik merupakan teknik budidaya tanaman tanpa memerlukan tanah sebagai media tanam. Akan tetapi ada unsur-unsur pengganti dari tanah tersebut dan perlu diketahui sebelum melakukan budidaya hidroponik. Beberapa unsur yang perlu diketahui serta diperhatikan pada budidaya hidroponik yaitu sebagai berikut:

a. Unsur Hara

Unsur hara merupakan unsur terpenting dalam sistem budidaya hidroponik karena dengan pemberian unsur hara yang teratur dapat berpengaruh pada perkembangan tanaman. Unsur hara yang diperlukan tanaman berkisaran pada pH 5,5-7,5 namun kisaran pH yang baik adalah 6,5. Kebutuhan unsur hara pada setiap tanaman tentu berbeda-beda, hal tersebut tentu sesuai dengan tingkat dan jenis tanaman.⁵⁷

Unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman dalam skala besar disebut unsur hara makro. Unsur hara makro tersebut adalah N (Nitrogen), P (fosfor), K (Kalium), Ca (Calcium), Mg (Magnesium) dan S (Sulfur). Kemudian terdapat unsur yang dibutuhkan dalam skala kecil atau disebut unsur mikro yaitu seperti Fe (Besi), Mn (Mangan), B (Boron), Mo (Molibdenum) dan Cl (Klor). Unsur-unsur hara tersebut dapat diperoleh dengan melarutkan pupuk yang berisi nutrisi ke dalam air atau menggunakan jenis garam pupuk yang bisa digunakan sebagai larutan hara.⁵⁸

b. Media Tanam

Terdapat banyak jenis media tanam yang dapat digunakan pada sistem hidroponik. Salah satu media tanam yang umum digunakan pada sistem hidroponik adalah *rockwool*. *Rockwool* merupakan jenis media yang tergolong bahan non-organik, karena dibuat melalui

⁵⁷Puput Alviani, *Bertanam Hidroponik Untuk Pemula*, 17.

⁵⁸Jumadi, *Membuat Sendiri Pupuk Atau Nutrisi Hidroponik* (Cybex Pertanian, 2019), 1-2.

proses meniupkan udara atau uap ke dalam batuan yang dilelehkan, hingga kemudian hasilnya seperti sejenis fiber yang memiliki rongga-rongga dengan diameter antara 6-10 μm .⁵⁹

c. Oksigen

Oksigen merupakan kebutuhan yang penting dalam budidaya hidroponik. Jika asupan oksigen rendah maka dapat menyebabkan permeabilitas membran sel menurun, yang kemudian berdampak kekurangan air pada tanaman sehingga lama kelamaan tanaman akan layu. Jumlah oksigen dalam pori-pori media juga berpengaruh pada perkembangan rambut akar pada tanaman. Beberapa cara dapat dilakukan untuk memberikan oksigen pada tanaman yaitu dengan memberikan gelembung-gelembung udara pada larutan kultur air, penggantian secara berulang larutan hara, serta dengan membuat lubang ventilasi pada tempat penanaman pada kultur agregat.⁶⁰

d. Air

Air merupakan komponen dasar yang dibutuhkan oleh tanaman. Berikut ini adalah beberapa fungsi air bagi tanaman antara lain senyawa utama dalam pembentukan protoplasma, senyawa peralut mineral-mineral yang masuk ke dalam sel tumbuhan, menjaga turgiditas sel, berperan dalam pemanjangan sel dan lain-lain. Syarat air yang dapat digunakan dalam sistem hidroponik diantaranya adalah mineral yang terkandung dalam air harus stabil antara 0-50 ppm, serta nilai pH kisaran 5,5 – 7,5.⁶¹

e. Pemberian Nutrisi pada Tanaman Hidroponik

Asupan nutrisi atau unsur hara pada pemupukan tanaman hidroponik harus dihitung sesuai dengan kebutuhan pada tanaman. Jumlah yang diberikan juga harus sesuai dengan kebutuhan maksimal pada tanaman. Pupuk yang diberikan harus mengandung

⁵⁹Syaiful Eddy et al., "Pengenalan Teknologi Hidroponik Dengan *System Wick* (Sumbu) Bagi Siswa SMA Negeri 2 Kabupaten Rejang Lebong Bengkulu," *PengabdianMu: Jurnal Ilmiah Pengabdian Kepada Masyarakat* 4, no.2(2019): 76, <https://doi.org/10.33084/pengabdianmu.v4i2.804>.

⁶⁰Puput Alviani, *Bertanam Hidroponik Untuk Pemula*, 26.

⁶¹Susilawati, *Dasar-Dasar Bertanam Secara Hidroponik*, 76-78.

nutrisi yang mampu menyediakan unsur-unsur esensial untuk pertumbuhan tanaman. Jenis pupuk digolongkan berdasarkan pada sumber bahan yang digunakan menjadi dua yaitu pupuk organik dan pupuk anorganik.⁶²

Pupuk organik adalah jenis pupuk dari bahan baku organik atau zat yang berasal dari makhluk hidup yang telah mati. Penggolongan pupuk organik berdasarkan bentuknya dibedakan menjadi dua yaitu pupuk organik cair dan pupuk organik padat. Pupuk anorganik merupakan pupuk yang dibuat melalui proses fisika, kimia atau biologis dan umumnya dibuat oleh pabrik. Pupuk anorganik mayoritas memiliki sifat hidroskopis yaitu mampu menyerap air di udara dan apabila semakin tinggi higroskopis maka pupuk akan semakin cepat mencair.⁶³

Sistem budidaya hidroponik memiliki lima unsur yang harus diperhatikan yaitu unsur hara, media tanam, oksigen, air dan pemberian nutrisi pada tanaman. Tanaman membutuhkan unsur hara sebagai sumber pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Unsur tersebut berupa unsur makro dan mikro yang bisa diperoleh dari pupuk. Penggunaan media tanam sangat mempengaruhi kebutuhan nutrisi untuk tanaman, media yang baik harus dapat menjaga kelembabannya dan mendukung pertumbuhan tanaman. Oksigen dan air adalah dua unsur yang saling berkaitan dan dibutuhkan pada sistem hidroponik. Oksigen akan menjaga permeabilitas sel serta menjaga kebutuhan suplai air pada tanaman. Unsur terakhir yaitu nutrisi yang dapat disuplai melalui pupuk, namun takaran pemberiannya harus disesuaikan dengan kebutuhan tanaman.

2. Keuntungan Hidroponik

Budidaya hidroponik tanpa tanah tentu memiliki banyak keuntungan. Berikut ini merupakan keuntungan dari budidaya tanaman dengan sistem hidroponik:⁶⁴

⁶²*Ibid.*

⁶³Puput Alviani, *Bertanam Hidroponik Untuk Pemula*, 28-29.

⁶⁴Susilawati, *Dasar-Dasar Bertanam Secara Hidroponik*, 21-22.

1. Produksi tanaman mendapatkan jumlah yang lebih tinggi jika dibandingkan budidaya secara konvensional
2. Lebih terjamin dalam segi kebebasan dari hama dan penyakit tanaman
3. Pertumbuhan tanaman lebih cepat serta penggunaan air dan pupuk juga lebih hemat
4. Metode kerja sudah terstandarisasi sehingga memudahkan pekerja budidaya tanaman hidroponik
5. Kualitas hasil tanaman dari segi daun, buah dan bunga lebih sempurna dan tidak kotor
6. Dapat membudidayakan jenis tanaman di luar musim tetap dapat ditanam dan menguntungkan petani karena memiliki harga jual lebih mahal
7. Tidak ada risiko terdampak banjir, erosi ataupun kekeringan
8. Efisiensi dalam hal perawatan dan kerja kebun hidroponik tidak memerlukan biaya besar
9. Keterbatasan ruang dan tempat tidak menjadi halangan dalam penerapan sistem budidaya hidroponik
10. Harga jual produk hidroponik memiliki nilai lebih tinggi jika dibandingkan dengan non-hidroponik

Banyak keuntungan yang didapat dari budidaya tanaman dengan sistem hidroponik, terutama bagi masyarakat yang memiliki hobi bercocok tanaman namun terkendala tidak memiliki lahan. Sistem hidroponik tidak memerlukan media tanah, selanjutnya bahan yang dibutuhkan untuk melakukan budidaya hidroponik bisa memanfaatkan barang bekas yang ada. Pertumbuhan dan perkembangan tanaman juga lebih terjaga dari serangan gulma, kemudian sumber nutrisi untuk tanaman dapat diberikan secara maksimal. Tentunya hasil panen yang diperoleh dari budidaya hidroponik tentu lebih sehat, higienis dan juga memiliki kualitas yang lebih baik.

D. Vertikultur

Vertikultur berasal dari kata bahasa Inggris yaitu *vertical* dan *culture*.⁶⁵ Vertikultur merupakan sistem budidaya pertanian yang dilakukan dengan teknik vertikal atau bertingkat. Teknik budidaya dengan sistem vertikultur sangat sederhana namun perlu ketekunan dalam proses pemeliharaannya.⁶⁶ Jenis tanaman yang dapat dibudidayakan dengan teknik vertikultur adalah tanaman berbunga dan sayuran serta buah-buahan. Contoh tanaman sayuran yang sering dibudidayakan dengan teknik vertikultur antara lain, caisim, seledri, pakcoy, bayam, kangkung, selada dan lain-lain.⁶⁷

1. Model Vertikultur

Teknik budidaya vertikultur memiliki beberapa bentuk dan model yang dapat dikreasikan sesuai dengan kreativitas masing-masing dalam pemanfaatan bahan-bahan yang ada. Secara umum terdapat beberapa model yang sering digunakan oleh masyarakat seperti bentuk persegi panjang, segitiga, piramid, bentuk anak tangga, dan rak. Teknik vertikultur dengan sistem gantung dapat dibuat dengan memanfaatkan pot, kaleng bekas cat, botol bekas air minum dan lain-lain. Kemudian pada teknik vertikultur susun vertikal bisa menggunakan bambu, pipa paralon, kaleng bekas, saluran talang air serta karung bekas.⁶⁸

2. Media Vertikultur

Teknik vertikultur dapat dilakukan dengan dua media tanam yaitu media tanah dan media non-tanah. Dalam media non-tanah atau hidroponik biasanya menggunakan media inert seperti pasir, *gravel*, *pumice*, *rockwool* dan lain-lain.⁶⁹

⁶⁵M.Tohsin Glio, *Vertikultur Bertanam Sayuran Di Lahan Terbatas*, (Jakarta Selatan: Agromedia, 2017), 3.

⁶⁶Dyah Pikanthi Diwanti, "Pemanfaatan Pertanian Rumah Tangga (Pekarangan Rumah) Dengan Teknik Budidaya Tanaman Sayuran Secara Vertikultur" *MARTABE: Jurnal Pengabdian Masyarakat* 1, no.3(2018): 103.

⁶⁷Temmy Desiliyarni, *Vertikultur Teknik Bertanam Di Lahan Sempit*, (Jakarta Selatan: Agromedia, 2017), 7.

⁶⁸Liferdi L, *Vertikultur Tanaman Sayur*, 10.

⁶⁹*Ibid.*

3. Keunggulan Vertikultur

Teknik budidaya vertikultur memiliki beberapa keunggulan yaitu:⁷⁰

- a. Menghemat lahan
- b. Menghemat air
- c. Mendukung budidaya pertanian organik, karena menggunakan pemupukan dengan bahan alami seperti pupuk kandang dan kompos
- d. Bahan-bahan yang digunakan sebagai media tanam dapat disesuaikan dengan keadaan dan ketersediaan bahan
- e. Umur tanaman relatif pendek
- f. Pemeliharaan tanaman lebih sederhana
- g. Mudah dilakukan bagi pemula yang berminat dalam budidaya tanaman

E. Pakcoy

Pakcoy (*Brassica rapa* L.) jenis sayuran hijau yang masuk pada golongan sawi. Pakcoy akrab disebut dengan sawi sendok karena memiliki bentuk morfologi yang menyerupai sendok. Pakcoy biasa digunakan sebagai bahan sup atau penghias pada makanan ini berasal dari negara Cina.



Gambar 1
Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.⁷¹)

⁷⁰Lilies Sutarmieningsih, *Vertikultur Pola Bertanam Secara Vertikal*, (Yogyakarta: Kanisius, 2003), 16.

⁷¹Susilawati, *Dasar-Dasar Bertanam Secara Hidroponik*, 149.

Klasifikasi tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.):

Divisi	: Spermatophyta
Kelas	: Angiospermae
Sub Kelas	: Dicotyledonae
Ordo	: Papavorales
Famili	: Brassicaceae
Genus	: Brassica
Spesies	: <i>Brassica rapa</i> L

1. Morfologi Pakcoy

Pakcoy (*Brassica rapa* L.) merupakan jenis tanaman dengan akar tunggang dengan cabang-cabang akar berbentuk bulat panjang yang menyebar ke semua arah pada kedalaman 30-50 cm. Batang dari pakcoy memiliki ukuran yang pendek dan berfungsi menompang daun. Daun pakcoy memiliki ukuran yang lebar dan tekstur permukaan yang halus, tidak berbulu dan tidak berbentuk krop.⁷²

2. Kandungan dan Manfaat Pakcoy

Pakcoy (*Brassica rapa* L.) mengandung vitamin A, vitamin K, vitamin E dan vitamin C. Selain vitamin tersebut pakcoy juga mengandung betakaroten yang tinggi, protein, sodium, asam folat dan mineral seperti betakaroten, Ca, dan Fe. Manfaat dari kandungan vitamin A yaitu dapat membantu dalam proses pembekuan darah, menjaga kesehatan kulit. Vitamin K dan E bermanfaat untuk mencegah penuaan dini serta vitamin C yang dapat membentuk kolagen.⁷³ Selain itu, kandungan air pada pakcoy

⁷²Rukmana, *Bertanam Tanaman Petsai Dan Sawi*, (Jakarta: Kanisius, 1994), 15-16.

⁷³Anni Yuniarti, Abraham Suriadikusumah, dan Julfri Unedo Gultom, "Pengaruh Pupuk Anorganik Dan Pupuk Organik Cair Terhadap Ph, n-Total, c-Organik, Dan Hasil Pakcoy Pada Inceptisols," *Prosiding Seminar Nasional 2017 Fakultas Pertanian UMJ*, (Pertanian dan Tanaman Herbal Di Indonesia: Universitas Muhammadiyah Jakarta, 2017), 214.

sebesar 93%, karbohidrat 3%, protein 1,7%, serat 0,7% dan abu 0,8%.⁷⁴

F. Pengajuan Hipotesis

1. Hipotesis Penelitian

Hipotesis penelitian ini adalah terdapat pengaruh pemanfaatan limbah cair rebusan kedelai tempe terhadap pertumbuhan tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.) pada sistem hidroponik sumbu vertikal

2. Hipotesis Statistik

Berdasarkan landasan teori diatas maka peneliti membuat hipotesis statistik penelitian yaitu sebagai berikut:

H_0 :Tidak terdapat pengaruh pemanfaatan limbah cair rebusan kedelai tempe terhadap pertumbuhan tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.) pada sistem hidroponik sumbu vertikal

H_1 :Terdapat pengaruh pemanfaatan limbah cair rebusan kedelai tempe terhadap pertumbuhan tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.) pada sistem hidroponik sumbu vertikal

⁷⁴Wendy Yoditya Utomo, Eva Sartini Bayu, Isman Nuriadi , “Keragaan Beberapa Varietas Pak Choi (*Brassica rapa* L . *ssp. chinensis* (L .)) Pada Dua Jenis Larutan Hara Dengan Metode Hidroponik Terapung,” *Jurnal Online Agroteknologi* 2, no.2337(2014): 1662.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Quran Dan Terjemahannya*. Jakarta: Maghfirah pustaka, 2010.
- Amadi Husnu. *Metode Penelitian Kuantitatif Dan Kualitatif*. Yogyakarta: Pustaka Ilmu, 2020.
- Amin Ahmad, Arnis En Yulia dan Nurbaiti Al. “Pemanfaatan Limbah Cair Tahu Untuk Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.)” 37, no. 3 (2017): 193–203.
- Andi dwi sartika. *6 Cara Bercocok Tanam Hidroponik*. Oktober. Cybex Pertanian, 2019.
- Andika Bayu , Puji Wahyuningsih, Rahmatul Fajri. “Penentuan Nilai BOD dan COD sebagai Parameter Pencemaran Air dan Baku Mutu Air Limbah Di Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) Medan” 2, no. 1 (2020): 14–22.
- Arief, Muhammad Latar. *Pengelolaan Limbah Industri*. Yogyakarta: Andi, 2016.
- Ashari Iful, Eva Oktavidiati dan Fiana Podesta. “Pengaruh Pupuk Organik Cair dari Limbah Tempe dan Urine Kambing Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Tomat (*Solanum lycopersicum* L.)” 5, no. 2 (2018): 70–77.
- Astutik, Dwi, Damar Suryaningndari, dan Usfri Raranda. “Hubungan Pupuk Kalium Dan Kebutuhan Air Terhadap Sifat Fisiologis, Sistem Perakaran Dan Biomassa Tanaman Jagung (*Zea mays*).” *Jurnal Citra Widya Edukasi* XI, no. 1 (2019): 67–76. http://journal.cwe.ac.id/index.php/jurnal_citrawidyaedukasi/article/view/188.
- Badan Pusat Statistik, “Katalog Statistik Tanaman Sayuran Dan Buah-Buahan Semusim Indonesia 2018 Badan Pusat Statistik,” <https://www.bps.go.id/publication/2019/10/07/9c5dede09c805bc38302ea1c/statistik-tanaman-sayuran-dan-buah-buahan-semusim-indonesia-2018.html>, diunduh pada 12 Juni 2020.
- Badan Pusat Statistik, tersedia di <https://lokadata.id/data/rata-rata-konsumsi-tahu-dan-tempe-per-kapita-dalam-seminggu-2007-2019-1601011972>, diakses pada tanggal 31 November 2020.
- Badan Standarisasi Nasional. *Standar Nasional Indonesia Air Dan Air Limbah*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional, 2009.
- Bernatha, Revi Razip, Wahid Erawan, dan Atak Tauhid. “Efektifitas Berbagai Komposisi Media Tanam Dan Dosis Pupuk Gandasil D Terhadap Pertumbuha Tanaman Pucuk Merah (*Syzygium campanulatum* K.) Pada Persemaian.” *Jagros* 1, no. 2 (2017): 111–22.
- Christiana, Ranty, Ika Muthya Anggraini, and Hezliana Syahwanti.

- “Analisis Kualitas Air Dan Status Mutu Serta Beban Pencemaran Sungai Mahap Di Kabupaten Sekadau Kalimantan Barat.” *Jurnal Serambi Engineering* 5, no. 2 (2020): 941–50. <https://doi.org/10.32672/jse.v5i2.1921>.
- Dahruji, Dahruji, Pipit Festy Wilianarti, dan Totok Totok Hendarto. “Studi Pengolahan Limbah Usaha Mandiri Rumah Tangga Dan Dampak Bagi Kesehatan Di Wilayah Kenjeran, Surabaya.” *AKSIOLOGIYA : Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat* 1, no. 1 (2016): 36. <https://doi.org/10.30651/aks.v1i1.304>.
- Dewi, Mubarakah N, dan Rinette Visca. “Potensi Limbah Cair Organik Sebagai Bahan Baku Biogas Menggunakan Sistem Fermentasi Dua Tahap.” *Jurnal Migasian* 4, no. 2 (2020).
- Dhaniswara, Trisna Kumala, dan Medya Ayunda Fitri. “Pengaruh Perlakuan Awal Sampah Organik Terhadapproduksi Biogas Secara Anaerobic Digestion.” *Journal of Research and Technology* 3, no. 2 (2017): 23–31.
- Eddy, Syaiful, Dian Mutiara, Trimin Kartika, Conny Masitoh, dan Wahyu Wahyu. “Pengenalan Teknologi Hidroponik Dengan System Wick (Sumbu) Bagi Siswa SMA Negeri 2 Kabupaten Rejang Lebong Bengkulu.” *PengabdianMu: Jurnal Ilmiah Pengabdian Kepada Masyarakat* 4, no. 2 (2019): 74–79. <https://doi.org/10.33084/pengabdianmu.v4i2.804>.
- Eka, Muhammad, dan Novita Anggraini. “Sistem Pakar Identifikasi Defisiensi Unsur Hara Pada Tanaman Kopi Menggunakan Metode Certainty Factor Berbasis Web.” *J-SAKTI (Jurnal Sains Komputer Dan Informatika)* 1, no. 2 (2017): 223. <https://doi.org/10.30645/j-sakti.v1i2.46>.
- Fradana Ari Nst, Revandy Iskandar M. Damanik, Eva Sartini Bayu. “Pertumbuhan Varietas Pak Coy (*Brassica rapa* L. Ssp. Chinensis (L.)) Dengan Pemberian NAA (Naphthalene-3-Acetic Acid) Pada Media Hidroponik Terapung.” *Journal of Chemical Information and Modeling* 53, no. 9 (2017): 1689–99. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>.
- Gunawan, Hedy, Mutiara Dewi Puspitawati, dan Inanpi Hidayati Sumiasih. “Pemanfaatan Pupuk Organik Limbah Budidaya Belimbing Tasikmadu Tuban Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Produksi Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.).” *Jurnal Bioindustri* 2, no. 1 (2019): 413–25. <https://doi.org/10.31326/jbio.v2i1.526>.
- Hasiholan, Alfen, Armaini, dan Sri Yoseva. “Pengaruh Perbedaan Dosis Limbah Cair Bioetnaol (*Vinasse*) Terfermentasi Terhadap Pertumbuhan Bibit Tanaman Kakao (*Theobroma cacao* L.).”

- JOM FAPERTA Universitas Riau* 4, no. 2 (2017): 1–15.
- Hasnunidah, Neni, dan Tri Suwandi. *Fisiologi Tumbuhan*. Yogyakarta: Innosanin, 2016.
- Hidayanti, Lilik, dan Trimin Kartika. “Pengaruh Nutrisi AB Mix Terhadap Pertumbuhan Tanaman Bayam Merah (*Amaranthus tricolor* L.) Secara Hidroponik.” *Sainmatika: Jurnal Ilmiah Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam* 16, no. 2 (2019): 166. <https://doi.org/10.31851/sainmatika.v16i2.3214>.
- Ilhamdi, M. Liwa, Khairuddin Khairuddin, dan Muh. Zubair. “Pelatihan Penggunaan Pupuk Organik Cair (POC) Sebagai Alternatif Pengganti Larutan Nutrisi Ab Mix Pada Pertanian Sistem Hidroponik Di Bon Farm Narmada.” *Jurnal Pengabdian Masyarakat Sains Indonesia* 2, no. 1 (2020). <https://doi.org/10.29303/jpmsi.v2i1.20>.
- Izzuddin, Ahmad. “Wirausaha Santri Berbasis Budidaya Tanaman Hidroponik.” *Dimas: Jurnal Pemikiran Agama Untuk Pemberdayaan* 16, no. 2 (2016): 353. <https://doi.org/10.21580/dms.2016.162.1097>.
- Jamaludin ramlan, Sumihardi. *Sanitasi Industri Dan K3*. Jakarta: pusat pendidikan sumber daya manusia kesehatan, 2018.
- Joesi Endah H. *Membuat Tanaman Hias Rajin Berbunga*. Jakarta Selatan: Agromedia, 2007.
- Jumadi. *Membuat Sendiri Pupuk Atau Nutrisi Hidroponik*. Cybex Pertanian, n.d.
- “Kamus Besar Bahasa Indonesia,” n.d. <https://kbbi.kemdikbud.go.id/entri/pemanfaatan>.
- “Kamus Besar Bahasa Indonesia,” n.d. <https://kbbi.web.id/nutrisi>.
- “Kamus Besar Bahasa Indonesia Daring,” n.d. <https://kbbi.kemdikbud.go.id/entri/vertikal>.
- “Katalog Statistik Tanaman Sayuran Dan Buah-Buahan Semusim Indonesia 2018 Badan Pusat Statistik,” n.d.
- Khalimatu Nisa. *Memproduksi Kompos Dan Mikro Organisme Lokal (MOL)*. Jakarta: Bibit Publisher, 2016.
- Krisna, Brian, Eka Tarwaca, Susila Putra, Rohlan Rogomulyo, dan Dody Kastono. “Pengaruh Pengayaan Oksigen Dan Kalsium Terhadap Pertumbuhan Akar Dan Hasil Selada Keriting (*Lactuca sativa* L.) Pada Hidroponik Rakit Apung.” *Journal Vegetalika* 6, no. 4 (2017): 14–27.
- Kurniawan, Eddy, Zainuddin Ginting, dan Putri Nurjannah. “Pemanfaatan Urine Kambing Pada Pembuatan Pupuk Organik Cair Terhadap Kualitas Unsur Hara Makro (NPK).” In *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi*, 1–10, 2017.

- jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek.
- Laksono, Rommy Andika. "Uji Efektivitas Jenis Media Tanam Dan Jenis Sumbu Sistem Wick Hidroponik Terhadap Produksi Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.) Varietas Nauli F1." *Jurnal Agrotek Indonesia* 2, no. 1 (2020): 40–44. <https://doi.org/10.11392/jsao.49.40>.
- Lepongbulan, Winda, Vanny M. A. Tiwow, dan Anang Wahid M. Diah. "Analisis Unsur Hara Pupuk Organik Cair Dari Limbah Ikan Mujair (*Oreochromis mosambicus*) Danau Lindu Dengan Variasi Volume Mikroorganisme Lokal (MOL) Bonggol Pisang." *Jurnal Akademika Kimia* 6, no. 2 (2017): 92. <https://doi.org/10.22487/j24775185.2017.v6.i2.9239>.
- Liferdi L, Cahyo Saparinto. *Vertikultur Tanaman Sayur*. Jakarta: Penebar Swadaya, 2016.
- Lilies Sutarmieningsih. *Vertikulturu Pola Bertanam Secara Vertikal*. Yogyakarta: Kanisius, 2003.
- Linda Advinda. *Dasar-Dasar Fisiologi Tumbuhan*. Yogyakarta: Deepublish, 2012.
- M.Tohsin Glio. *Vertikultur Bertanam Sayuran Di Lahan Terbatas*. Jakarta Selatan: Agromedia, 2017.
- Maria, Yustiningsih, Yolanda Naisumu, dan Agustina Berek. "Deep Flow Technique (DFT) Hidroponik Menggunakan Media Nutrisi Limbah Cair Tahu Dan Kayu Apu (*Pistia stratiotes* L) Untuk Peningkatan Produktivitas Tanaman." *Jurnal Biologi Dan Pendidikan Biologi* 3, no. 2 (2019): 88–99.
- Mariatun, Harry Irawan Jauhari. "Studi Sanitasi Industri Rumah Tangga Dalam Pengelolaan Tahu Tempe Di Kelurahan Kekalik Jaya Kecamatan Sekarbela" 6, no. 1 (2018): 34–44.
- Mariyam, Arfiana, Tuti Sukini. "Efektivitas Konsumsi Nugget Tempe Kedelai Terhadap Kenaikan Berat Badan Balita Kurang Gizi" 6, no. 12 (2017): 63–72.
- Maruapey, Ajang. "Pengaruh Pupuk Organik Limbah Biogas Kotoran Sapi Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Cabai Merah Keriting (*Capsicum annum* Var. Longum)." *Agrologia* 6, no. 2 (2017): 93–100. <https://doi.org/10.30598/a.v6i2.173>.
- Maulido, Rizky Nurrisal, Oktavianus Lumban Tobiga, dan Sjarif A. Adimiharja. "Pengaruh Kemiringan Pipa Pada Hidroponik Sistem NFT terhadap Pertumbuhan dan Produksi Selada (*Lactuca sativa* L.) Effect of Pipe Slope on Growth and Production of Lettuce (*Lactuca sativa* L.) in NFT Hydroponic System." *Jurnal Agronida* 2, no. 2 (2016): 62–68.
- Megasari, Ria, dan Asmuliani. "Uji Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman

- Pakcoy (*Brassica rapa* L.) Dengan Pemberian Pupuk Organik Cair Pada Sistem Hidroponik.” *Masamus Journal of Agrotechnology Research (MJAR)* 2, no. 1 (2017): 65–74.
- Meriatna, Meriatna, Suryati Suryati, dan Aulia Fahri. “Pengaruh Waktu Fermentasi Dan Volume Bio Aktivator EM4 (Effective Microorganisme) Pada Pembuatan Pupuk Organik Cair (POC) Dari Limbah Buah-Buahan.” *Jurnal Teknologi Kimia Unimal* 7, no. 1 (2019): 13. <https://doi.org/10.29103/jtku.v7i1.1172>.
- Mulyani, Sri. *Anatomi Tumbuhan*. Yogyakarta: Kanisius, 2006.
- Narulita, Noni, Syafrizal Hasibuhan, dan Rita Mawarni. “Pengaruh Sistem Hidroponik Dan Media Tanam Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Sawi (*Brassica rapa* L.)” *Agrifarm : Jurnal Ilmu Pertanian* 15, no. 1 (2019): 32. <https://doi.org/10.24903/ajip.v8i1.529>.
- Natalina, Sulastri, dan Nila Nur Aisah. “Pengaruh Variasi Komposisi Serbuk Gergaji, Kotoran Sapi Dan Kotoran Kambing Pada Pembuatan Kompos.” *Jurnal Rekayasa, Teknologi, Dan Sains* 1, no. 2 (2017): 94–101.
- Noor Juliansyah. *Metodologi Penelitian Skripsi, Tesis, Disertasi, Dan Karya Ilmiah*. Jakarta: Kencana Prenada Media Group, n.d.
- Novi Rizka Sesanti dan Sismanto. “Pertumbuhan dan Hasil Pakcoi (*Brassicca Rapa* L.) Pada Dua Sistem Hidroponik dan Empat Jenis Nutrisi A” 04, no. 01 (2016): 1–9.
- Novita, Elida, Agnesa Hermawan Gaumanda Arunggi, dan Sri Wahyuningsih. “Komparasi Proses Fitoremediasi Limbah Cair Pembuatan Tempe Menggunakan Tiga Jenis Tanaman Air.” *Jurnal Agroteknologi* 13, no. 01 (2019).
- Novriani, Dora Fatma Nurshanti, Ardi Asroh, Al’asri. “Pemanfaatan Daun Gamal Sebagai Pupuk Organik Cair untuk Meningkatkan Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.),” 2019, 7–11.
- Nuraini, Eko, Tantri Fauziah, dan Fajar Lestari. “Penentuan Nilai Bod Dan Cod Limbah Cair Inlet Laboratorium Pengujian Fisis Politeknik Atk Yogyakarta.” *Integrated Lab Journal* 07, no. 02 (2019): 10–15.
- Nurdin SQ. *Mempercepat Panen Tanaman Hidroponik*. Jakarta: Agromedia Pustaka, 2017.
- Nurhayati. “Pemanfaatan Limbah Cair Tempe Menggunakan Bakteri *Pseudomonas* Sp Dalam Pembuatan Pupuk Cair.” *Jurnal TechLINK* 2, no. 2 (2018): 45–51.
- Oktafia, Tour Janah, dan Moch Dawan Maghfoer. “Respon Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.)

- Terhadap Aplikasi EM Dan PGPR.” *Jurnal Produksi Tanaman* 6, no. 8 (2019): 1974–81. <http://protan.studentjournal.ub.ac.id/index.php/protan/article/view/866>.
- Pikanthi, Dyah Diwanti. “Pemanfaatan Pertanian Rumah Tangga (Pekarangan Rumah) Dengan Teknik Budidaya Tanaman Sayuran Secara Vertikultur” 1 (2018).
- Pribadi, Vansca Ditria, Bambang Iswanto, Diana Irvindiaty Hendrawan, “Degradasi Sampah Organik Pasar Dan Tpa Menggunakan Reaktor Anaerob.” *Seminar Nasional Cendekiawan Ke 45*, no. 3 (2018): 771–76.
- Puput Alviani. *Bertanam Hidroponik Untuk Pemula*. Jakarta: Bibit Publisher, 2015.
- Pusido Badan Standarisasi Nasional. *Tempe Persembahan Indonesia Untuk Dunia*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional, 2012.
- Putra, Bangun Wahyu Ramadhan Ika Hariyanto, dan Rhenny Ratnawati. “Pembuatan Pupuk Organik Cair Dari Limbah Buah Dengan Penambahan Bioaktivator EM4.” *Jurnal Sains Dan Teknologi Lingkungan* 11, no. 1 (2019): 44–56.
- Rasmito, Agung, Aryanto Hutomo, dan Anjang Perdana Hartono. “Pembuatan Pupuk Organik Cair Dengan Cara Fermentasi Limbah Cair Tahu, Starter Filtrat Kulit Pisang Dan Kubis, Dan Bioaktivator EM4.” *Jurnal IPTEK Media Komunikasi Teknologi* 23, no. 1 (2019): 55–62. <https://doi.org/10.31284/j.iptek.2019.v23i1.496>.
- Rizal, Syamsul. “Pengaruh Nutrisi Terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi Pakcoy (*Brassica rapa* L.) Yang Di Tanam Secara Hidroponik.” *Sainmatika* 14, no. 1 (2017): 38–44.
- Rohmah, Yanti Siti, Ilah Nurlaelah, dan Agus Prianto. “Pengaruh Limbah Cair Tahu Terhadap Pertumbuhan Kangkung Darat (*Ipomoea reptans* Poir) Secara Hidroponik Pada Konsentrasi Yang Berbeda.” *Quangga* 8, no. 2 (2016).
- Rukmana. *Bertanam Tanaman Petsai Dan Sawi*. Jakarta: Kanisius, 1994.
- Saidy, Akhmad Rizalli. *Bahan-Bahan Organik Tanah : Klasifikasi , Fungsi Dan Metode Studi*. Banjarmasin: Lambung Mangkurat University Press, 2018.
- Santoso Yudi, Meizal dan Darmawati. “Respon Pertumbuhan dan Produksi Jagung Manis dengan Pemberian Pupuk Organik Cair Limbah Tempe dan Pupuk Organik Cair” 19, no. 2 (2015): 96–106.
- Sari, Devita, dan Anyta Rahmawati. “Analisa Kandungan Limbah Cair

- Tempe Air Rebusan Dan Air Rendaman Kedelai.” *Jurnal Ilmiah Media Husada* 9, no. April (2020): 36–41.
- Sarido, La, dan Junia. “Uji Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.) Dengan Pemberian Pupuk Organik Cair Pada Sistem Hidroponik.” *Jurnal AGRIFOR* XVI, no. 4 (2017): 97–98.
- Sayow, Febrian, Bobby Vian Jhon Polii, Wenny Tilaar, dan Kojoh Deanne Augustine. “Analisis Kandungan Limbah Industri Tahu Dan Tempe Rahayu Di Kelurahan Uner Kecamatan Kawangkoan Kabupaten Minahasa.” *Agri-Sosioekonomi* 16, no. 2 (2020): 245–52. <https://doi.org/10.35791/agrsosek.16.2.2020.28758>.
- Sembiring, Gita, dan Mochammad Dawam Maghfoer. “Pengaruh Komposisi Nutrisi Dan Pupuk Daun Pada Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.Var. Chinensis) Sistem Hidroponik Rakit Apung.” *Plantaropica: Journal of Agricultural Science* 3, no. 2 (2018): 103–9.
- Sinurat, Mangoloi, Rosmayani Hasibuan, dan Nelma Hasibuan. “Pemanfaatan Eceng Gondok Untuk Menurunkan Kandungan Biological Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand (COD), PH, Bau Dan Warna Limbah Cair Tahu.” *Jurnal Pendidikan Kimia* 9, no. 3 (2017): 356–61. <https://doi.org/10.24114/jpkim.v9i3.8909>.
- Siregar, Maimunah. “Respon Pemberian Nutrisi ABMIX Pada Sietem Tanaman Sawi (*Brassica juncea*)” *Journal of Animal Science and Agronomy Panca Budi* 2, no. 2 (2017): 18–24.
- Siti, Kholifah. “Pengelohan Limbah Air Rebusan Ikan Teri Menjadi Pupuk Organik Cair Dan Aplikasinya Terhadap Hasil Tanaman Bayam (*Amaranthus* Sp.).” *Agromix* 10, no. 2 (2019): 100–113. <https://doi.org/10.35891/agx.v10i2.1622>.
- Sri Swastika, Ade Yulfida, Yogo Sumitro. *Budidaya Sayuran Hidroponik*. Riau: BPTP Balitbangtan Riau, 2018.
- Suartini, Komang, Paulus H. Abram, dan Minarni Rama Jura. “Pembuatan Pupuk Organik Cair Dari Limbah Jeroan Ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*).” *Jurnal Akademika Kimia* 7, no. 2 (2018): 70. <https://doi.org/10.22487/j24775185.2018.v7.i2.10396>.
- Sudaryono. *Metodologi Penelitian Kuantitatif, Kualitatif Dan Mix Method*. Depok: RajaGrafindo Persada, 2019.
- Sugiyono. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif Dan R&D*. Bandung: Alfabeta, 2019.
- Susilawati. *Dasar-Dasar Bertanam Secara Hidroponik*. Palembang: UPT Universitas Sriwijaya, 2019.
- Susilo, Ilham Budi. “Pengaruh Konsentrasi Dan Interval Waktu

- Pemberian Pupuk Organik Cair Terhadap Hasil Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.) Dengan Sistem Hidroponik DFT.” *Berkala Ilmiah Pertanian* 2, no. 1 (2019): 34–41.
- Susriyati. “Analisis Teknis Usaha Pembuatan Pupuk Organik Dari Kotoran Ayam (Studi Kasus Di Peternakan Ayam H . Mangkuto – Lintau Buo).” *Jurnal Teknologi* 9, no. 2 (2019): 1–9.
- Suwardiyono, Farikha Maharani, dan Harianingsih. “Pembuatan Pupuk Organik Cair Dari Air Rebusan Olahan Kedelai Menggunakan Effective Mikroorganisme” 4, no. 2 (2019): 44–48.
- Sylvia T Pratiwi. *Mikrobiologi Farmasi*. Jakarta: Erlangga, 2008.
- Temmy Desiliyarni. *Vertikultur Teknik Bertanam Di Lahan Sempit*. Jakarta Selatan: Agromedia, 2017.
- Timputa, Tony Kurtis, and Robinson Pianaung. “Uji Coba Desain Media Biofilter Anaerob Aerob Dalam Menurunkan Kadar BOD, COD, TSS Dan Coliform Limbah Cair Rumah Sakit.” *Jurnal Kesehatan Lingkungan JKL* 9, no. 4 (66) (2019).
- Tripama, Bagus, dan Muhammad Rizal Yahya. “Respon Konsentrasi Nutrisi Hidroponik Terhadap Tiga Jenis Tanaman Sawi (*Brassica Juncea* L.).” *Agritrop : Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian (Journal of Agricultural Science)* 16, no. 2 (2018): 237. <https://doi.org/10.32528/agritrop.v16i2.1807>.
- Tutuhuru, Sumiyati. “Kajian Fisiologis Tanaman Tomat Terhadap Penambahan Unsur Hara Fe Dan N” *Jurnal Agroekotek* 10, no. 2 (2018): 121.
- Wijiyanti, Pipit, Endah Dwi Hastuti, dan Sri Haryanti. “Pengaruh Masa Inkubasi Pupuk Dari Air Cucian Beras Terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi Hijau (*Brassica juncea* L .).” *Buletin Anatomi Dan Fisiologi* 4, no. 1 (2019).
- Wildan Muhammad, Darjati, Sukiran Al-Jauhari. “Penambahan Lumpur Aktif Dalam Proses Terbentuknya Biogas Dari Limbah Home Industry Tempe di Surabaya Tahun 2017” 15, no. 2 (2017): 20–26.
- Yoditya Wendy Utomo, Eva Sartini Bayu, Isman Nuriadi. “Keragaan Beberapa Varietas Pak Choi (*Brassica rapa* L . Ssp . Chinensis (L .)) Pada Dua Jenis Larutan Hara Dengan Metode Hidroponik Terapung” 2, no. 2337 (2014): 1661–66.
- Yuliani. “Pemanfaatan MOL (Mikroorganisme Lokal) Keong Emas (*Pomoceae canaliculata*) Dan Pupuk Organik Untuk Peningkatan Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Sawi (*Brassica rapa* L.).” *Jurnal Agrosience* 5, no. 2 (2015): 7–12. <https://jurnal.unsur.ac.id/agrosience/article/view/107>.
- Yuniarti, Anni, Abraham Suriadikusumah, dan Julfri Unedo Gultom.

“Pengaruh Pupuk Anorganik Dan Pupuk Organik Cair Terhadap Ph, n-Total, c-Organik, Dan Hasil Pakcoy Pada Inceptisols.”
Prosiding Seminar Nasional 2017 Fakultas Pertanian UMJ,
2017, 213–19.

